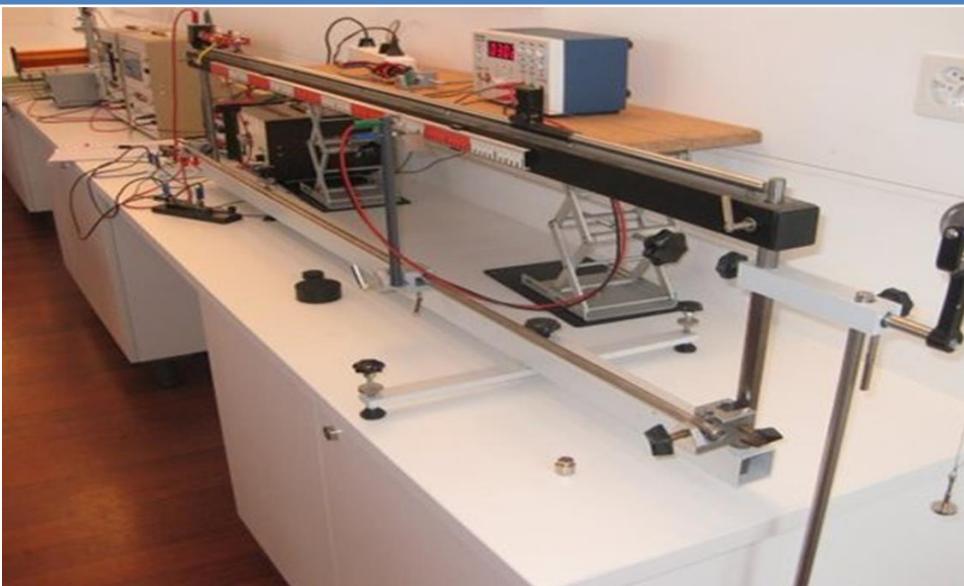




2018

PETUNJUK PRAKTIKUM FISIKA DASAR I



**KINEMATIKA
DINAMIKA -
ROTASI
GETARAN
FLUIDA**

Oleh : Dosen-dosen Fisika

**LABORATORIUM FISIKA DASAR
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS ILMU ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

DAFTAR ISI

BAB I	: Pendahuluan	2
BAB II	: Cara Penggunaan Alat	8
BAB III	: Cara Perhitungan Ralat	12
BAB IV	: Materi Percobaan	
	G1. Bandul Matematis	22
	G2. Bandul Fisis	24
	G3. Tetapan Pegas	26
	M1. Gerak Peluru	29
	M2. Fletchers Trolley.....	32
	M3. Viscositas Zat Cair.....	35
	M4. Koefisien Gesekan.....	39
	M5. Momen Inersia.....	42
	M6. Bola Jatuh Bebas.....	45
	M7. Tegangan Permukaan.....	47
	DAFTAR PUSTAKA	49
	LAMPIRAN	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 PENGANTAR DAN STANDART UMUM PRAKTIKUM

Sesuai dengan tujuan pendidikan di ITS yaitu :

- Pembinaan hidup bermasyarakat.
- Pembinaan sikap ilmiah.
- Pembinaan sikap kepemimpinan.
- Pembinaan keahlian.

Maka tugas dari laboratorium Fisika Dasar FIA – ITS antara lain :

- Memperkuat konsep.
- Melengkapi kuliah.
- Melatih ketrampilan/penerapan teori.

Dengan demikian praktikum Fisika Dasar adalah melatih ketrampilan dalam menerapkan teori-teori yang diperoleh dari kuliah dan untuk melengkapi kuliah. Disamping itu praktikum Fisika Dasar merupakan saat pertama kali bagi mahasiswa dalam melakukan/melaksanakan percobaan sendiri. Oleh sebab itu, melaksanakan praktikum dengan sungguh-sungguh merupakan prasyarat bagi keberhasilan praktikan, karena praktikum bagaimanapun juga merupakan dasar bagi praktikum yang akan dilakukan selama kuliah di ITS. Peralatan yang digunakan dan cara melakukan percobaan mengacu pada standart peralatan **LEYBOLD** dari **Jerman**. Ada sepuluh jenis percobaan yang terdapat di laboratorium fisika dasar untuk mendukung matakuliah Fisika Dasar I dengan capaian pembelajaran dan sub capaian pembelajaran dtunjukkan pada sub bab 1.4. Selama melaksanakan praktikum di Laboratorium Fisika Dasar ada beberapa hal yang perlu praktikan perhatikan, antara lain :

1. Praktikan harus mengumpulkan pas foto 3 x 4 = 2 lembar.
2. Selama praktikum, praktikan dibimbing oleh asisten dan untuk itu praktikan harus mempersiapkan segala sesuatu tentang percobaan

yang akan dilakukan seperti yang ada pada “BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM” bersama rekan praktikumnya.

3. Sebelum melaksanakan praktikum, periksalah semua peralatan yang akan digunakan dan pinjamlah peralatan yang belum ada.
4. Dalam melaksanakan praktikum perlu diperhatikan penggunaan waktu yang ada, karena waktu pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar adalah “3 jam”.

Rincian penggunaan waktu praktikum adalah sebagai berikut :

– **Persiapan :**

Untuk persiapan praktikan diberi waktu 30 menit untuk meminjam peralatan yang belum ada.

– **Melakukan Percobaan :**

Dalam melakukan percobaan praktikan diberi waktu \pm 120 menit dan sisanya (30 menit) digunakan untuk mencatat hasil praktikum dalam lembar Laporan Sementara.

5. Sebelum melakukan percobaan, setiap praktikan harus mempersiapkan Laporan Sementara yang telah ditulisi dengan tujuan percobaan, teori, cara kerja serta mempersiapkan pula kertas karbon dan kertas grafik bila diperlukan.

1.2 TATA TERTIB DAN SOP PRAKTIKUM

Tata tertib yang harus diperhatikan dan ditaati selama Praktikum Fisika Dasar adalah :

1. Praktikan harus hadir 10 menit sebelum praktikum dimulai.
2. Praktikan baru diperkenankan masuk laboratorium setelah percobaan yang dilaksanakan dinyatakan SIAP oleh Asisten.
3. Sebelum melakukan praktikum, semua perlengkapan kecuali buku petunjuk praktikum, alat tulis dan peralatan penunjang harus diletakkan ditempat yang telah ditentukan.
4. Setiap praktikan harus melakukan percobaan dengan teman praktikum yang telah ditentukan.

5. Selama mengikuti praktikum, praktikan harus berpakaian sopan dan tidak diperbolehkan memakai sandal, bertopi, merokok, membuat gaduh, dll.
6. Selama praktikum, Praktikan hanya diperbolehkan menyelesaikan tugasnya pada meja yang telah disediakan (melakukan percobaan, membuat laporan sementara dan resmi).
7. Selama melakukan percobaan semua data hasil percobaan ditulis dalam kolom-kolom tabel yang dipersiapkan lebih dahulu. Laporan sementara dibuat rangkap $n+1$ dan dilaporkan pada asisten untuk ditanda tangani. n adalah jumlah praktikan dalam satu kelompok.
8. Berdasarkan Laporan Sementara yang telah disetujui oleh asisten, setiap praktikan membuat Laporan Resmi sesuai dengan tugas yang diberikan dalam buku petunjuk. Kemudian diserahkan kepada asisten masing-masing dengan dilampiri laporan sementara.
9. Jika praktikan akan meninggalkan ruang praktikum, harus melaporkan pada asisten dan demikian pula sebaliknya.
10. Praktikan yang sudah menyelesaikan tugas-tugasnya, diharuskan meninggalkan ruang praktikum.

1.3 SANGSI

Ada beberapa sangsi yang dapat diterapkan terhadap praktikan yang melanggar peraturan tata tertib :

1. Praktikan yang melakukan kecurangan dapat dikenakan sangsi berupa pembatalan seluruh praktikum dan diberi "Nilai E".
2. Praktikan yang karena kelalaiannya menyebabkan kerusakan atau menghilangkan alat milik laboratorium harus mengganti alat tersebut. Apabila dalam waktu yang ditentukan belum mengganti, maka tidak diperkenankan mengikuti praktikum berikutnya.
3. Praktikan yang tidak mengikuti praktikum sebanyak 4 kali diberi sangsi pembatalan seluruh praktikum dan diberi nilai E.
4. Sangsi lain yang ada diluar sangsi-sangsi diatas ditentukan kemudian oleh Kepala Laboratorium Fisika Dasar.

**1.4 CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (CP-MK) DAN SUB
CAPAIAN PEMBELAJARAN MATAKULIAH (SUB CP-MK)**

No	Nama Percobaan	Kode Percobaan	CP- MK	Sub CP- MK
1	Bandul Matematis	G1.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan sistem getaran harmonis sederhana pada sistem bandul matematis	Mahasiswa dapat menghitung nilai percepatan gravitasi dengan sistem bandul matematis
2	Bandul Fisis	G2.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan sistem getaran harmonis sederhana pada sistem bandul fisis	Mahasiswa dapat menghitung nilai percepatan gravitasi dengan sistem bandul fisis
3	Tetapan Pegas	G3.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan hukum Hooke pada elastisitas tarik dan getaran pegas	Mahasiswa dapat menentukan nilai tetapan pegas dengan cara statis dan dinamis
4	Gerak Peluru	M1.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan rumus gerak	Mahasiswa dapat menentukan kecepatan

			parabolis dua dimensi	awal dari sebuah peluru yang ditembakkan serta kecepatan dan sudut peluru ketika menyentuh tanah
5	Fletchers Trolley	M2.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan	Mahasiswa dapat menghitung nilai kecepatan dan percepatan
6	Viscositas Zat Cair	M3.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan adanya sifat kekentalan dari zat cair	Mahasiswa dapat menghitung nilai kekentalan dari zat cair
7	Koefisien Gesekan	M4.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan sifat kekasaran dari suatu permukaan	Mahasiswa mampu menghitung koefisien gesek statis dan kinetis dari suatu

				permukaan
8	Momen Inersia	M5.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan pengaruh momen gaya dan momen inersia dari suatu benda tegar pada gerak rotasi	Mahasiswa dapat menghitung nilai momen inersia dari sistem roda
9	Bola Jatuh Bebas	M6.	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan gerak vertikal kebawah tanpa kecepatan awal (jatuh bebas)	Mahasiswa dapat menghitung nilai percepatan ketika benda bergerak kebawah tanpa kecepatan awal (jatuh bebas)
10	Tegangan Permukaan	M7	Mahasiswa memahami dan mempraktekkan adanya tegangan permukaan pada suatu fluida cair	Mahasiswa dapat menghitung nilai tegangan permukaan dari fluida cair

BAB II

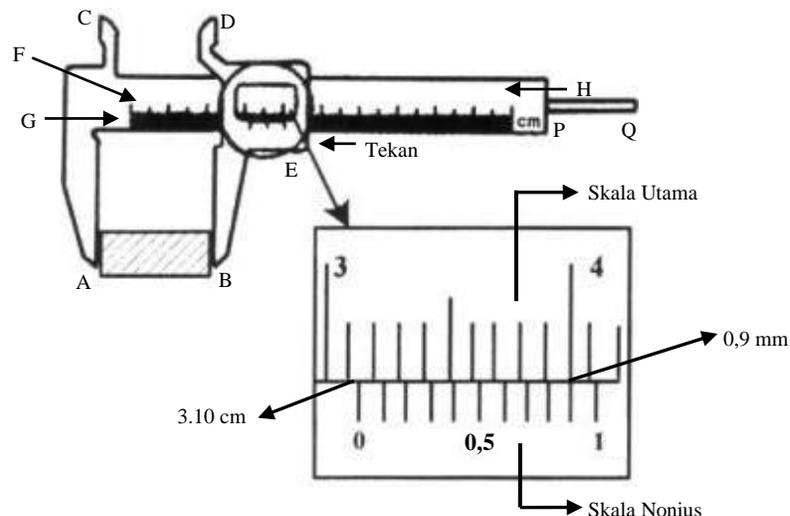
CARA PENGGUNAAN ALAT

Petunjuk cara penggunaan alat ini digunakan untuk menghindari :

1. Tidak tepatnya pengukuran.
2. Kemungkinan kerusakan alat.

2.1 JANGKA SORONG

Jangka sorong digunakan untuk pengukuran besaran panjang. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur : panjang, lebar, tinggi, diameter luar dan dalam, serta kedalaman lubang suatu benda.



Gambar 1. Jangka Sorong

Cara Menggunakan Jangka Sorong :

1. Letakkan benda pada posisi A-B (untuk mengukur diameter digunakan C-D dan lubang digunakan P-Q).
2. Tekan E agar posisi A-B, C-D, dan P-Q dapat berubah sesuai dengan ukuran besar benda.
3. Baca skala utama F (satuan cm) dan skala nonius G (satuan mm). Jika skala G penuh berarti 1 mm. Misalnya pada Gambar 1 ditunjukkan garis "nol" pada skala nonius (skala bantu) G berada 3,10 cm pada

skala utama (skala dasar) F, sedangkan pada skala bantu yang paling berimpit dengan skala dasar adalah 0,9 mm. Jadi panjang benda yang diukur adalah : $3,10 \text{ cm} + 0,9 \text{ mm} = 3,10 \text{ cm} + 0,09 \text{ cm} = 3,19 \text{ cm}$. Seandainya garis “nol” dari skala bantu sudah tepat berimpit dengan skala dasar, maka panjangnya adalah harga dari skala dasar tersebut.

4. Skala dasar H adalah dengan satuan inchi.

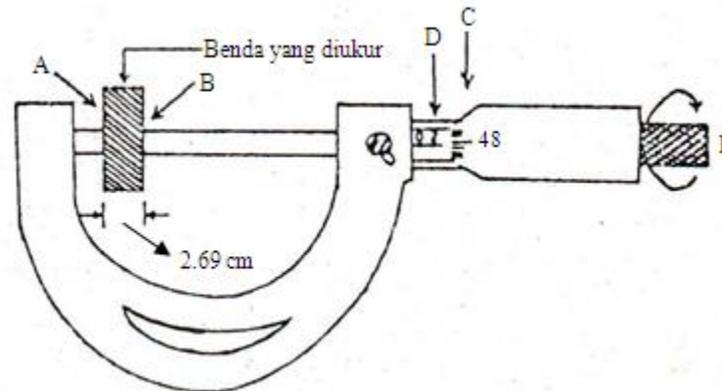
2.2 MIKROMETER

Mikrometer digunakan untuk mengukur panjang, lebar, diameter luar, dan tinggi.

Cara Menggunakan Mikrometer ;

1. Sebelum menggunakan perhatikan permukaan A-B apakah sudah bersih dari kotoran, benda-benda kecil dan sebagainya.
 2. Dengan memutar skala bantu C, maka A dan B akan berimpit. Agar A dan B berimpit betul putarlah E sehingga bersuara 5 kali (Standart Laboratorium) dan dilakukan dengan hati-hati.
 3. Perhatikan kedudukan titik “nol”, apabila skala dasar D tidak tepat pada “nol” maka perlu dilakukan “Ralat Sistematis”. Contoh, bila dalam pengecekan alat ini setelah A dan B berimpit dengan memutar E sebanyak 5 kali, skala dasar tidak terlihat sedangkan pada skala bantu berharga 21 dan skala dasar berharga “nol” maka Ralat Sistematisnya adalah 0,21 mm.
 4. Cara Pengukuran :
 - Letakkan benda diantara A dan B.
 - Putar E (5 kali) agar A dan B benar-benar menghimpit benda. Apabila skala dasar D menunjukkan harga 2 sedang skala bantu C menunjukkan harga 48 (Gambar 2), maka panjang benda adalah : $2 \text{ mm} + 0,48 \text{ mm} + 0,21 \text{ mm} = 2,69 \text{ mm}$.
- Catatan : Spesifikasi Mikrometer yang digunakan adalah ;
1. Satuan terkecil skala dasar = 0,01 mm
 2. Satuan terkecil skala bantu = 1 mm

3. Tiap putaran skala bantu E (360°) = 0,5 mm
4. Pembacaan skala bantu dari 0 sampai 0,5 mm



Gambar 2. Mikrometer

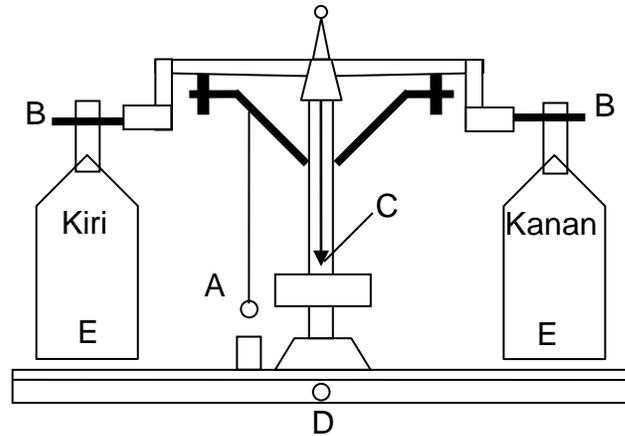
2.3 NERACA TEKNIS

Neraca teknis digunakan untuk mengukur berat benda secara teliti.

Cara menggunakan neraca teknis :

1. Perhatikan batas maksimum dan minimum neraca teknis ini.
2. Sebelum menimbang periksa dahulu kedudukan neraca, apakah sudah berdiri tegak (dengan melihat bandul A) dan praktikan dilarang merubah skrup pengatur B.
3. Pada umumnya jarum gandar C, tidak dapat berhenti karena pengaruh dari luar (angin). Karena itu dianjurkan untuk menggunakan neraca dalam ruang tertutup.
4. Dalam penimbangan, letak anak timbangan di sebelah kanan dan benda yang ditimbang di sebelah kiri (Standar Laboratorium).
5. Pada saat meletakkan atau mengambil anak timbangan hanya diperbolehkan apabila jarum gandar C berhenti berayun.
6. Anak timbangan tidak boleh dipegang dengan tangan dan dianjurkan dengan penjepit.
7. Zat yang dapat merusak pinggan neraca dilarang diletakkan di pinggan.

8. Pada saat melepas penahan (D) usahakan agar simpangan jarum tidak terlalu besar.
9. Penimbangan dianggap tepat bila jarum C tepat pada titik nol.



Gambar 3. Neraca Teknis

BAB III

CARA PERHITUNGAN RALAT

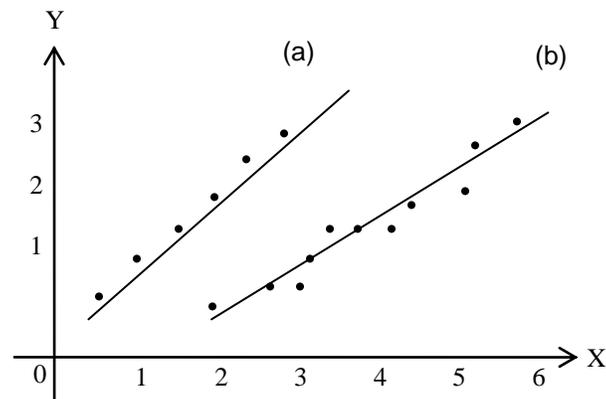
3.1 Fenomena dalam Pengukuran

Pengukuran merupakan proses untuk mendapatkan informasi besaran fisis yang diukur. Informasi yang diperoleh dapat berupa nilai dalam bentuk angka (data kuantitatif) maupun berupa pernyataan yang merupakan sebuah simpulan (data kualitatif). Dalam konteks ilmiah, pengukuran dalam lingkup percobaan di laboratorium sering menghasilkan kemiripan data yang digunakan untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Oleh karena itu seorang eksperimentalis harus selalu sadar sampai seberapa jauh kualitas atau ketangguhan kesimpulannya dan hal ini berarti bahwa ia harus menyatakan ketelitian dari kesimpulannya. Untuk mengatasi hal tersebut, seorang eksperimentalis melakukan eksperimen tidak hanya sekali agar mempunyai jangkauan ketelitian yang dapat dipercaya dan masuk akal. Pengulangan dalam eksperimen dengan perbaikan berbagai teknik dan metode akan menghasilkan secara bertahap dan mendekati kesimpulan yang dapat diterima dan dipercaya untuk menjadi gambaran hasil eksperimen. Sebagai contoh yang terdapat dalam bidang-bidang baru dari ilmu Fisika, seseorang melakukan banyak pengukuran untuk membandingkan berbagai macam teori.

3.2 Akurasi (*Accuracy*) dan Presisi (*Precession*)

Sebelumnya kita harus mengetahui terlebih dahulu perbedaan antara akurasi dan presisi. Suatu alat ukur dikatakan tepat jika mempunyai akurasi yang baik, yaitu hasil ukur menunjukkan ketidakpastian yang kecil. Keakuratan sebuah eksperimen diukur dari seberapa dekat hasil ukur dengan nilai sebenarnya. Dalam hal ini sebelum sebuah alat ukur digunakan, harus dipastikan bahwa kondisi alat sudah dalam keadaan terkalibrasi dengan baik. Kalibrasi yang buruk akan menyebabkan ketidakpastian hasil ukur menjadi besar. Sedangkan sebuah alat ukur dikatakan presisi jika untuk pengukuran

besaran fisis tertentu yang diulang maka alat ukur tersebut mampu menghasilkan hasil ukur yang sama seperti sebelumnya. Kepresisian eksperimen diukur dari seberapa baik hasil yang ditetapkan, tanpa referensi yang sesuai dengan nilai sebenarnya. Perbedaan antara pengukuran keakuratan dan kepresisian ditunjukkan pada Gambar 4. Terlihat jelas bahwa kita harus mempertimbangkan keakuratan dan kepresisian secara bersamaan untuk percobaan apapun.



Gambar 4. Ilustrasi perbedaan antara presisi dan akurasi (a) Presisi tetapi data tidak akurat (b) akurat tetapi data tidak presisi. Nilai sebenarnya direpresentasikan berupa garis lurus.

3.3 Cara Perhitungan Ralat

Ralat/ketidakpastian selalu muncul dalam sebuah pengukuran. Ralat ini muncul baik karena keterbatasan alat ukur yang berpengaruh pada presisi dan akurasi alat, atau juga karena kondisi (lingkungan dll) pengukuran yang kurang mendukung. Kesalahan yang dikenal dengan istilah ralat (*error*) didefinisikan sebagai selisih (*difference*) antara hasil ukur (hasil pengamatan) dan hasil sebenarnya. Perlu dicermati bahwa pengertian ralat bukan berarti kita salah mengukur, tetapi lebih menggambarkan deviasi hasil baca alat ukur terhadap nilai “benar” besaran fisis yang diukur. Dalam hal ini kita tidak mengetahui nilai “benar” dari apa yang kita ukur, namun kita dapat memperkirakan dengan eksperimen awal maupun prediksi teori. Perkiraan tersebut dapat mengindikasikan bahwa besarnya hasil yang ditawarkan

mendekati kebenaran, tetapi kita harus menentukan cara sistematis dari data dan kondisi eksperimen itu sendiri terhadap seberapa besar kepercayaan kita terhadap hasil eksperimen. Oleh karena kita tidak mengetahui nilai “benar” tersebut maka hasil ukur yang kita peroleh dapat dinyatakan dalam bentuk rentang (interval) hasil pengukuran.

Secara umum faktor-faktor yang member kontribusi pada ralat/ketidapastian dapat dikelompokkan dalam dua kelas ralat, yaitu :

1. Ralat Sistematis (*Systematic Error*)
2. Ralat Acak (*Random Error*)

3.3.1 Ralat Sistematis (*Systematic Error*)

Ralat ini digunakan untuk sumber-sumber kesalahan yang timbulnya dapat dipelajari secara sistematis, dapat diprediksi, dan bahkan dapat dihilangkan. Keakuratan eksperimen sebagaimana dijelaskan sebelumnya secara umum tergantung sebaik apa kita dapat mengontrol *systematic error*. Kesalahan dapat membuat hasil kita berbeda dari nilai sebenarnya dengan hasil yang diperoleh. Hal tersebut bisa berasal dari hasil kalibrasi peralatan yang rusak atau kesalahan dari pengamat. Hal tersebut harus diperkirakan dari analisis kondisi dan teknik eksperimen. Bagian detail eksperimen harus diperhatikan untuk memahami dan mengurangi sumber *systematic error*.

Misalnya :

- a. Jarum penunjuk Amperemeter yang seharusnya menunjukkan angka 0 A saat tidak ada arus, ternyata menunjukkan angka 0,5 A. Maka harus ada koreksi titik nol sebesar -0,5 A. Bila alat digunakan untuk mengukur arus maka arus yang sebenarnya = arus terbaca + koreksi titik nol.
- b. Jangka sorong dan Mikrometer sering tidak menunjukkan titik nol.
- c. Pembacaan Barometer air raksa perlu koreksi pembacaan karena adanya pemuaiian air raksa.
- d. Mistar yang digunakan mengukur besaran panjang, mungkin skalanya tidak teratur, atau mungkin suhu peneraan mistar tidak sama dengan suhu pada saat pengukuran dilakukan.

Dalam pekerjaan kita selalu melakukan koreksi terhadap "systematic error" walaupun ralat ini tidak perlu masuk perhitungan, namun ralat ini tetap perlu dituliskan.

3.3.2 Ralat Acak (*Random Error*)

Sesuai dengan namanya, tipe ralat ini terjadi secara acak (berfluktuasi secara statistik) pada hasil ukur. Nilai besaran fisis yang diukur bervariasi di sekitar nilai benar, menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai benar tersebut. Ralat tipe ini dapat dikurangi pengaruhnya (bukan dihilangkan) dengan melakukan pengukuran secara berulang-ulang beberapa kali sehingga kita dapat memperoleh rata-rata hasil pengukuran yang presisi. Kepresisian eksperimen sebagaimana dijelaskan sebelumnya secara umum tergantung sebaik apa kita dapat mengatasi *random error*.

Sumber dari ralat ini tidak dapat kita ikuti dan kita kendalikan karena sifatnya muncul secara alamiah (tidak disengaja) dan sesuatu yang melekat (inherent) pada saat pengukuran. Ralat tipe ini umumnya bernilai kecil dan tidak dapat diperkirakan secara tepat berapa nilainya saat pengukuran dilakukan. Ralat ini harus selalu dicantumkan dalam hasil pengukuran.

Contoh :

Hasil pengukuran panjang batang logam adalah :

Pengukuran Ke	Panjang (x)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	20,1 m	+0,1 m	0,01 m ²
2	20,0 m	0,0 m	0,00 m ²
3	20,2 m	+0,2 m	0,04 m ²
4	19,8 m	-0,2 m	0,04 m ²
5	19,9 m	-0,1 m	0,01 m ²
Rata-rata (\bar{x}) = 20,0 m		$\Sigma (x - \bar{x})^2 = 0,10 \text{ m}^2$	

$$\text{Ralat Mutlak} : \Delta = \left[\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)} \right]^{1/2}$$

dimana : n = jumlah pengukuran

$$\Delta = \left[\frac{0,10}{5(5-1)} \right]^{1/2} = \sqrt{0,005} \text{ m}$$

$$\Delta = 0,0707 \text{ m} = 0,07 \text{ m}$$

$$\text{Ralat Nisbi} : I = \frac{\Delta}{\bar{x}} \times 100 \%$$

$$I = \frac{0,07}{20,00} \times 100 \%$$

$$I = 0,4 \%$$

$$\text{Keseksamaan} : K = 100 \% - I$$

$$K = 100 \% - 0,4 \%$$

$$K = 99,6 \%$$

Hasil Pengukuran : Hasil rata-rata \pm Ralat mutlak

Misalnya :

Panjang batang logam = (20,00 \pm 0,07) m.

Jadi, panjang batang logam sebenarnya terletak antara (20,00 – 0,07) m dan (20,00 + 0,07) m.

Bila pengukuran hanya dilakukan 1 kali maka ralat mutlak adalah **setengah harga skala terkecil alat.**

Keterangan :

Dalam menuliskan Ralat mutlak diambil hanya satu angka yang bukan nol di belakang koma. Angka 5 atau lebih dibulatkan ke atas, sedangkan lebih kecil dari 5 diabaikan. Jadi 0,0707 dibulatkan menjadi 0,07.

Ralat Hasil Perhitungan Harga Terkecil

Untuk menentukan ralat hasil perhitungan dari hasil pengukuran harus kita perhatikan beberapa hal, misalnya kita akan mengukur besar f yang akan didapat dengan jalan mengukur besaran x dan y . Dikatakan f merupakan fungsi x dan y [$f = f(x,y)$]. Menurut Kalkulus, untuk $f = f(x,y)$ berlaku :

$$df = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy$$

Dalam perhitungan ralat diperoleh :

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \Delta y$$

Ralat dari f ditimbulkan oleh ralat dari x dan y . Apabila Δx dan Δy merupakan ralat mutlak x dan y maka,

$$f = x + y \rightarrow \Delta f = \Delta x + \Delta y$$

$$f = x - y \rightarrow \Delta f = \Delta x - \Delta y$$

$$f = x \cdot y \rightarrow \frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta x}{\bar{x}} + \frac{\Delta y}{\bar{y}}$$

dimana Δf = ralat mutlak hasil perhitungan

f = harga rata-rata.

Contoh 1 :

Bila $M = \frac{(x^2 \cdot y)}{z}$, dimana x, y, z adalah besaran yang diukur dengan ralat mutlak masing-masing $\Delta x, \Delta y$, dan Δz .

Penyelesaian :

$$M = \frac{(x^2 \cdot y)}{z} \quad \frac{\Delta M}{M} = 2 \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} + \frac{\Delta z}{z}$$

$$\text{Sehingga diperoleh : } M = \bar{M} \left[2 \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} + \frac{\Delta z}{z} \right]$$

Contoh 2 :

Hasil perhitungan volume tabung adalah :

$$\text{Volume (V)} = \pi r^2 l$$

$$\text{Jari-jari (r)} = (65,00 \pm 0,02) \text{ cm.}$$

Panjang (l) = (10,00 ± 0,03) cm.

Artinya $\bar{r} = 65,00$ cm, $\Delta r = 0,02$ cm dan $l = 10,00$ cm, $\Delta l = 0,03$ cm.

Penyelesaian :

- Ralat Mutlak (V) dapat dihitung :

$$\frac{\Delta V}{V} = 2 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta l}{l} = 2 \frac{0,02}{65,00} + \frac{0,03}{10,00} = 0,08 + 0,03$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 0,011$$

$$V = \pi.(65,00)^2.(10,00) = 785,00 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 785,00 . 0,011 = 8,635 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi volume tabung} = (785 \pm 9) \text{ cm}^3$$

- Ralat Nisbi

$$I = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% = 0,011 \times 100\% = 1,1\%$$

Dengan pembulatan maka $I = 1\%$

- Keseksamaan $K = 100\% - 1\% = 99\%$

Ringkasan :

Dalam mencantumkan hasil pengukuran harus disertai :

1. Ralat Sistematis (apabila ada)

2. Ralat Mutlak :
$$\Delta x = \left[\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)} \right]^{1/2}$$

Dimana : n = jumlah pengukuran

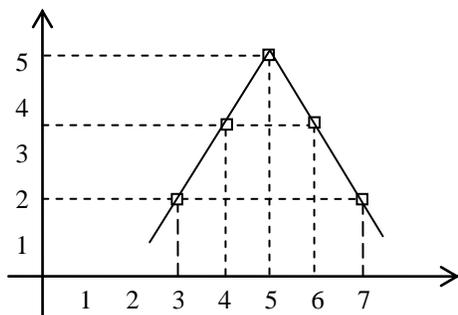
\bar{x} = harga rata-rata

3. Ralat Nisbi : $\frac{\Delta x}{x} \times 100\% = \dots\dots\dots\%$

4. Keseksamaan : $100\% - \text{ralat nisbi} = \dots\dots\dots\%$

Langkah - langkah Membuat Grafik

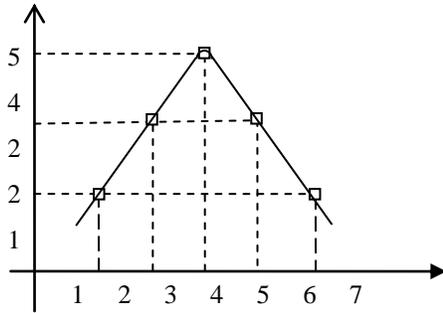
1. Grafik harus dibuat pada kertas millimeter dan titik pada grafik harus diberi tanda yang jelas : O, o, Δ dsb (sesuai kesepakatan asisten).
2. Besar skala dan letak titik nol harus dibuat sedemikian rupa sehingga grafik mudah dibaca dan dimengerti. Artinya skala absis = skala ordinat dan letak titik nol di pusat sumbu seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.
3. Grafik harus disertai keterangan lengkap tentang absis dan ordinat.
4. Jika kita mengharapkan garis lurus dari grafik tersebut, maka garis yang ditarik harus sedapat mungkin melalui titik-titik tersebut (Gambar 7).
5. Jika kita tidak yakin akan bentuk grafik, maka harus ditarik garis lengkung penuh (bukan garis patah) melalui hampir semua titik (Gambar 8).
6. Berikan interpretasi dari grafik tersebut, seperti : linier eksponensial, maksimum, minimum, dan sebagainya.
7. Apabila akan menggambar lebih dari satu grafik pada satu gambar maka untuk setiap titik pada setiap grafik kita beri tanda berbeda. Misalnya pada Gambar 9, titik grafik $y_1 = f_1(x)$ kita beri tanda \square dan pada grafik $y_2 = f_2(y)$ bertanda o.



Gambar 5. Grafik yang dipaksakan melalui semua titik

Keterangan :

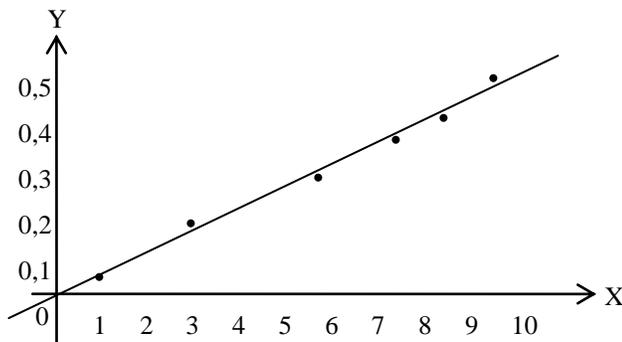
- Skala absis tidak tepat
- Grafik sulit dibaca
- Puncak grafik terlalu tajam, karena dipaksa melalui semua titik



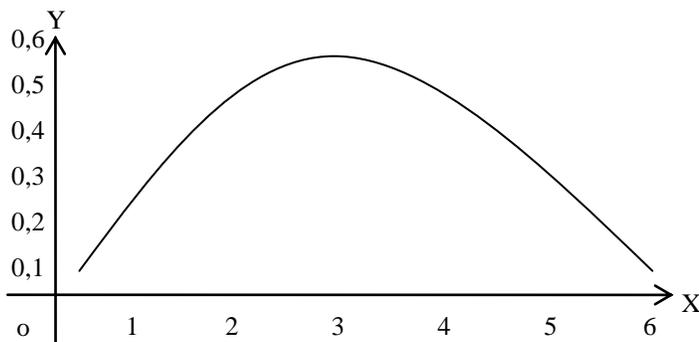
Keterangan :

- Skala absis sudah tepat
- Grafik mudah dibaca
- Grafik tidak dipaksa melalui semua titik

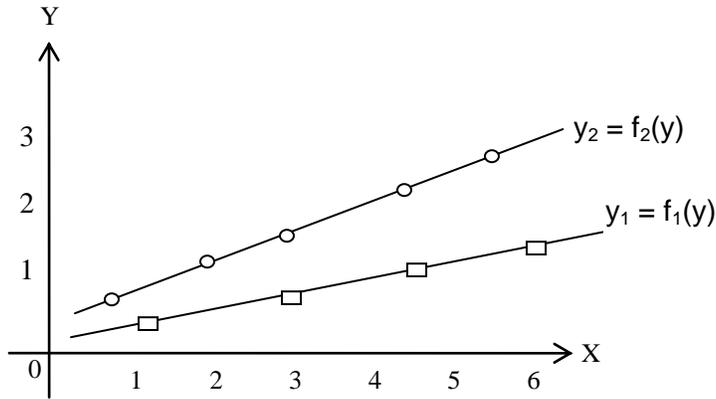
Gambar 6. Grafik sesuai dengan skala yang dibuat



Gambar 7. Grafik Linier



Gambar 8. Gambar grafik harus sesuai dengan titik-titik dan dibuat tidak putus-putus



Gambar 9. Grafik dari dua fungsi dengan membedakan titik koordinatnya

Metode Regresi Linier

Untuk mendapatkan persamaan garis lurus $y = mx + C$, maka kita dapat menghitung dari rumus berikut :

$$y = mx + C$$

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \cdot \sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$C = \frac{\sum y - m \sum x}{n}$$

Persamaan $y = mx + C$ adalah hasil yang sesuai dengan yang kita inginkan, jika nilai koefisien regresi linier (R) mendekati nilai ± 1 , dengan $-1 \leq R \leq 1$. R bernilai negatif jika garis singgung m negatif dan bernilai positif jika m positif.

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

BANDUL MATEMATIS

(KODE PERCOBAAN G1)

I Tujuan Percobaan

- Menentukan percepatan gravitasi bumi dengan menggunakan :
- Bandul Matematis

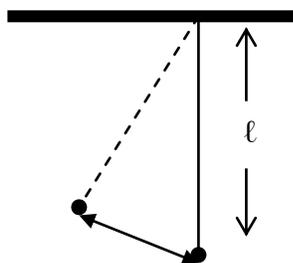
II. Peralatan Yang Digunakan

1. Bandul matematis dan perlengkapannya 1 set
2. Rollmeter 1 buah
3. Stop watch 1 buah

III. Teori

Bandul Matematis

Apabila sebuah bandul digantungkan dengan kawat dan diberi simpangan kecil kemudian dilepaskan, maka akan berayun dengan getaran selaras (gambar .1.1).



Gambar 1.1

Maka akan berlaku persamaan :

$$f = \frac{1}{2\pi} (g/\ell)^{1/2}$$

$$T = 2\pi (\ell/g)^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

f = jumlah getaran per detik satuan
(det⁻¹)

T = periode satuan (detik)

g = percepatan gravitasi satuan
(cm/det²)

ℓ = panjang kawat satuan (cm)

IV. Cara Melakukan Percobaan :

- a. Atur alat seperti gambar 1.1 dengan panjang kawat 100 cm.
- b. Atur agar ujung bandul berada tepat ditengah.
- c. Beri simpangan kecil pada bandul dan lepaskan. Usahakan agar ayunan mempunyai lintasan bidang dan tidak berputar.
- d. Catat waktu yang dibutuhkan untuk lima kali getaran.
- e. Ulangi langkah 1 – 4 sebanyak lima kali.
- f. Ulangi langkah 1 – 5 dengan panjang kawat berbeda.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi :

1. Hitung percepatan gravitasi bumi g dengan persamaan (1) dan gunakan Ralat Perhitungan.
2. Hitung g dengan membuat grafik beserta perhitungannya antara T_2 dengan l pada bandul matematis.
3. Berdasarkan hitungan (2) tentukan g di Surabaya.
4. Buat kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan :

1. Buktikan persamaan (1).
2. Berdasarkan persamaan (1) :
 - Bagaimana pengaruh panjang kawat terhadap periode (T)
 - Bagaimana pengaruh berat bandul terhadap periode (T)

BANDUL FISIS
(KODE PERCOBAAN G2)

I Tujuan Percobaan

Menentukan percepatan gravitasi bumi dengan menggunakan :
- Bandul Fisis

II. Peralatan Yang Digunakan

1. Bandul fisis dan perlengkapannya 1 set
2. Beban setangkup 1 buah
3. Rollmeter 1 buah
4. Stop watch 1 buah

III. Teori

Bandul Fisis

Bila kita punya batang dan diayun suatu porosnya (Gambar 2.1) maka berlaku persamaan :

$$T = 2\pi \left[\frac{Ke^2 + a^2}{g + a} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana : T = periode ayunan
Ke= jari-jari girasi terhadap pusat massa (C)
a = jarak pusat massa
g = percepatan gravitasi bumi

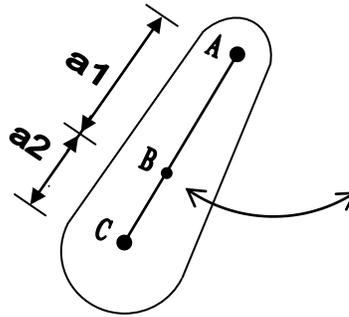
Untuk menghitung percepatan gravitasi bumi dapat digunakan persamaan nomor (3) seperti berikut ini :

$$\frac{T_1^2 + T_2^2}{8(a_1 + a_2)} + \frac{T_1^2 - T_2^2}{8(a_1 - a_2)} = \frac{\pi^2}{g} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :T₁ = waktu getar untuk titik gantung A.
T₂ = waktu getar untuk titik gantung B.

a_1 = jarak antara pusat massa C dengan titik gantung A (cm).

a_2 = jarak antara pusat massa C dengan titik gantung B (cm).



Gambar 2.1

IV. Cara Melakukan Percobaan :

- Letakkan beban pada suatu kedudukan dan cari pusat massa C untuk kedudukan tersebut. Perlu diingat letak C selalu berubah tergantung letak beban.
- Gantung beban pada titik A dan ukur a_1 .
- Ayun batang dengan simpangan kecil, catat waktu untuk 6 kali getaran sempurna.
- Ambil titik lain (B) terhadap titik C sebagai titik gantung dan ukur a_2 . Ulangi langkah 1 – 3.
- Ulangi percobaan untuk pasangan titik A dan B yang berbeda (tanya asisten).

V. Tugas Untuk Laporan Resmi :

- Hitung G untuk tiap pasang titik A dan B dengan persamaan (2) dan gunakan Ralat Perhitungan.
- Berdasarkan hitungan (1) tentukan g di Surabaya.
- Buat kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan :

- Buktikan persamaan (2) dan (3).
- Terangkan konsepnya bila bandul fisis uniform.

TETAPAN PEGAS

(KODE PERCOBAAN G3)

I. Tujuan Percobaan :

Menentukan besar tetapan pegas.

II. Peralatan Yang Digunakan :

1. Ember kecil 1 buah.
2. Anak timbangan 1 set
3. Pegas 2 buah.
4. Stopwatch 1 buah.
5. Statif 1 set.
6. Timbangan standar 0 – 50 gram 1 set.

III. Teori :

1. Cara Statis

Apabila suatu pegas dengan tetapan pegas k diberi beban w , maka ujung pegas akan bergeser sepanjang x sesuai dengan persamaan :

$$mg = kx \quad \dots\dots\dots (1)$$

2. Cara dinamis

Apabila pegas yang telah diberi beban tadi dihilangkan bebannya maka pegas akan mengalami getaran selaras dengan periode :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- dimana : m = massa beban
 g = percepatan gravitasi bumi
 T = periode
 k = tetapan pegas

Catatan : bila tanpa beban persamaan (2) tetap berlaku, karena ember dapat dianggap sebagai beban.

Bila digunakan 2 beban maka didapat :

$$W_2 = W_1 \left[\frac{T_2^2 - T_0^2}{T_1^2 - T_0^2} \right] \dots\dots\dots(3)$$

dimana : W_2 = berat pembebanan ke 2 tanpa pegas dan ember

W_1 = berat pembebanan ke 1 tanpa pegas dan ember

T_1 = periode pembebanan ke 1

T_2 = periode pembebanan ke 2

T_0 = periode tanpa pembebanan

IV. Cara Melakukan Percobaan :

1. Cara Statis

- a. Gantungkan ember pada pegas (gunakan statif) sehingga menunjukkan skala nol.
- b. Tambahkan satu persatu beban yang ada, catat massa beban dan kedudukan ember setiap penambahan beban. Lakukan untuk 5 macam beban.
- c. Keluarkan beban satu persatu catat massa beban dan kedudukan ember setiap pengurangan beban.
- d. Lakukan langkah a - c, untuk pegas yang lain.

2. Cara Dinamis

- a. Gantungkan ember pada pegas, beri simpangan lalu lepaskan. Catat waktu untuk 15 getaran.
- b. Tambahkan sebuah beban pada ember, lalu catat waktu untuk 15 getaran. Kerjakan langkah ini dengan menambahkan beban. Usahakan langkah a – b dengan simpangan yang sama.
- c. Lakukan langkah a – b untuk pegas yang lain.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi

1. Hitung tetapan pegas k dengan cara statis menurut persamaan (1).
2. Buat grafik no.1, dengan w sebagai ordinat dan x sebagai absis.

3. Buat ralat pengukuran dari percobaan cara dinamis.
4. Hitung tetapan pegas k dengan cara dinamis dengan persamaan (2).
5. Buat kesimpulan untuk percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan

1. Buktikan persamaan (2) dan (3).
2. Turunkan persamaan pegas gabungan bila 2 pegas dihubungkan seri dan paralel.
3. Apa yang dimaksud dengan getaran selaras.
4. Gambar grafik $w = f(x)$ dari cara statis dan tentukan harga k dari grafik tersebut.

GERAK PELURU (KODE PERCOBAAN M1)

I. Tujuan Percobaan :

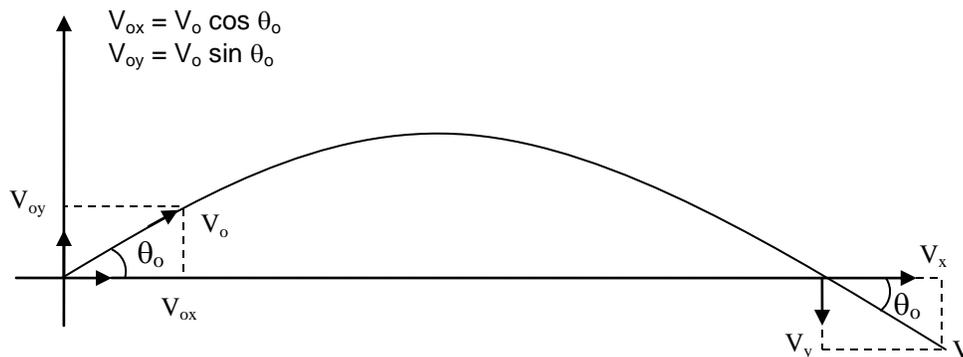
Mempelajari gerak peluru dari suatu benda.

II. Peralatan Yang Diperlukan :

1. Contact stop switch satu buah
2. Digital stop clock satu buah
3. Ballistic missile satu buah
4. Bola logam
5. Kabel penghubung dua pasang

III. Teori :

Lintasan yang ditempuh oleh peluru yang ditembakkan dari suatu alat penembak disebut trayektori. Trayektori ini dipengaruhi oleh gesekan udara tetapi untuk mempermudah persoalan dalam percobaan ini, gesekan udara kita abaikan. Dengan demikian benda hanya dipengaruhi oleh gaya berat ($m \cdot g$) nya saja, sehingga lintasan bola seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Lintasan Parabola

Menurut “*Hukum Newton II*”, gaya dalam komponen-komponen tegak lurus adalah :

$$F_x = 0 \quad \text{dan} \quad F_y = m \cdot a_y$$

Oleh karena itu :

$$a_x = 0 \quad \text{dan} \quad a_y = \frac{F_y}{m} = \frac{-m \cdot g}{m} = -g$$

Jika kecepatan awalnya adalah (v_0) dengan sudut elevasinya (θ_0), maka kecepatan pada saat t adalah :

$$v_x = v_0 \cos \theta_0$$

$$v_y = v_0 \sin \theta_0 - g \cdot t$$

Besarnya kecepatan pada setiap saat adalah :

$$v = [v_x^2 + v_y^2]^{\frac{1}{2}}$$

Dan sudut θ dengan horizontal adalah :

$$\theta = \arctan \left(\frac{v_y}{v_x} \right)$$

Oleh karena kecepatan pada arah x konstan, maka koordinat pada sembarang saat adalah :

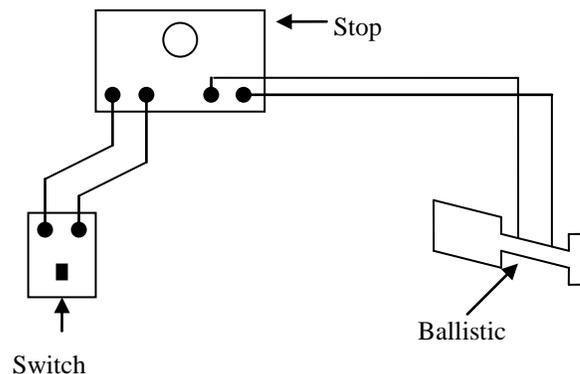
$$x = (v_0 \cos \theta_0) \cdot t$$

dan koordinat y pada saat sembarang adalah :

$$y = (v_0 \sin \theta_0) \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

IV. Cara Melakukan Percobaan

1. Rangkailah peralatan seperti Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 : Rangkaian peralatan gerak parabola

2. Atur sudut elevansi ballistic missile (θ_0), Tanya asisten.
3. Tembakkan peluru dengan jalan menarik pelatuk tembak.
4. Pada saat peluru ditembakkan, jarum stop clock mulai berjalan dan pada saat peluru mengenai landasan saklar kita matikan (off). Catatlah waktu t dan jarak horizontal s yang ditempuh peluru.
5. Ulangi percobaan diatas sebanyak 5 kali.
6. Lakukan percobaan diatas dengan v_0 berbeda dengan jalan menarik pelatuk penembak pada jarak yang berbeda.
7. Lakukan percobaan diatas dengan θ_0 yang berbeda.

V. Tugas untuk Laporan Resmi :

1. Tentukan harga v_0 untuk masing-masing percobaan.
2. Tentukan tinggi maksimum dari masing-masing percobaan.
3. Tentukan v dan θ pada saat mengenai switch stop.
4. Buat kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan :

1. Tunjukkan bahwa trayektori gerak peluru adalah parabola.
2. Tunjukkan persamaan waktu untuk mencapai tinggi maksimum.
3. Apakah berat peluru berpengaruh terhadap jauh atau ketinggian dan kecepatan dari peluru, jelaskan !

FLETCHERS TROLLEY (KODE PERCOBAAN M2)

I. Tujuan Percobaan

Menghitung gerak dengan percepatan uniform (konstan).

II. Peralatan Yang Digunakan

1. Satu set Fletchers Trolley.
2. Holding magnet.
3. Satu buah stop clock.
4. Small Contact Plate.
5. Power Supply tegangan rendah.
6. Morse key 1 buah.
7. Satu set kabel penghubung 8 buah.

III. Teori

Benda dikatakan bergerak apabila kedudukannya berubah terhadap acuan tertentu, dan perubahan tersebut terjadi setiap saat. Titik-titik yang berurutan yang dilalui oleh benda yang bergerak disebut sebagai lintasan. Gerak benda yang disebabkan oleh suatu gaya menyebabkan gerak dipercepat tanpa kecepatan awal. Secara matematis dapat ditulis :

$$\text{(gerak A – B) } S \approx t^2 \text{ atau } \frac{S}{t^2} = k \text{(1)}$$

Setelah melewati titik B, kereta bergerak dari titik B ke titik C, dengan

kecepatan sisa $V' = \frac{s'}{t}$: . Karena $V \approx t$, maka :

$$\frac{V}{t} = a \text{(2)}$$

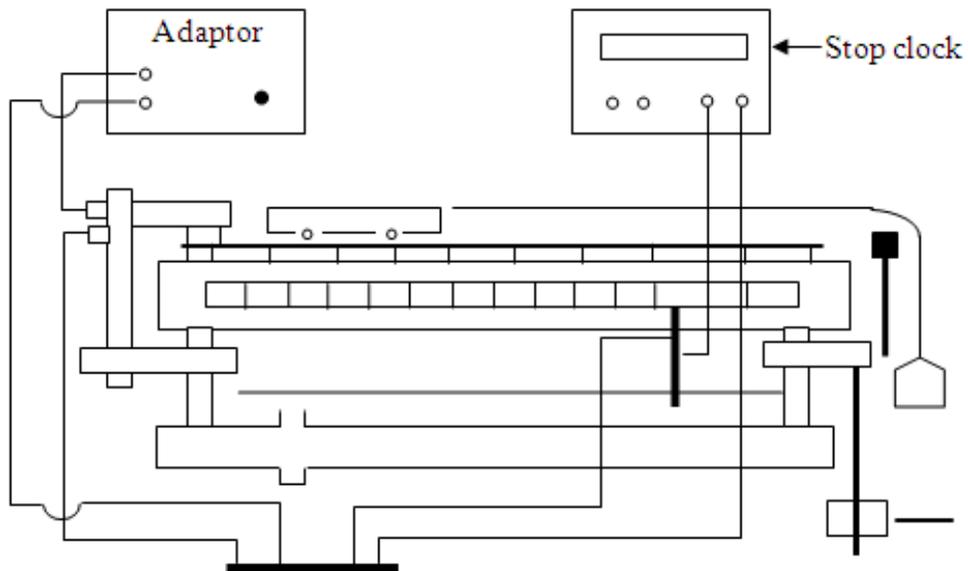
dimana : a = percepatan.

Karena $k = \frac{1}{2} a$, maka persamaan (1) menjadi :

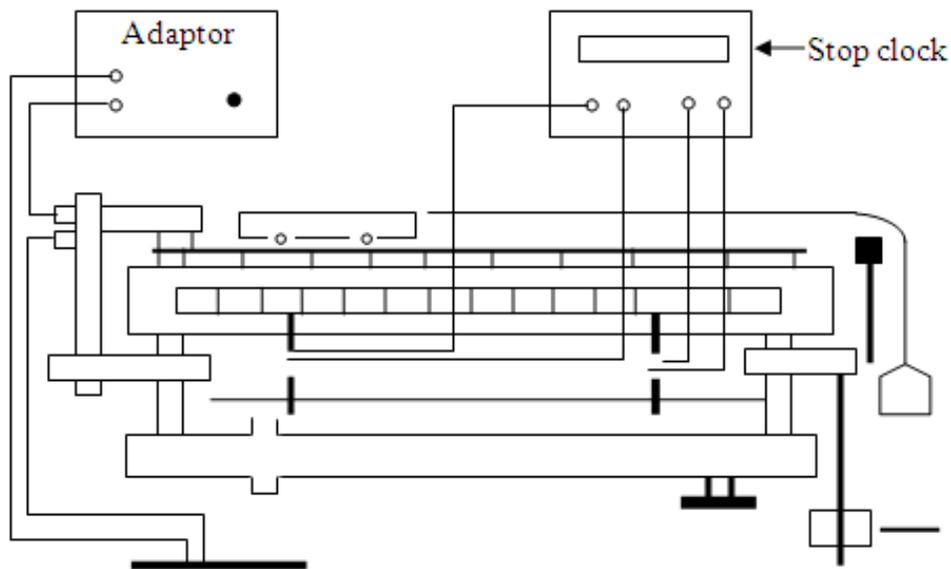
$$S = \frac{1}{2} a t^2 \dots\dots\dots(3)$$

IV. Cara Melakukan Percobaan

1. Untuk percobaan pertama susun rangkaian (1) dan tanyakan asisten sebelum peralatan dihubungkan ke tegangan PLN.
2. Catatlah waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak antara A dan B atau S, dan ulangi sebanyak 5 kali.
3. Untuk percobaan kedua susun rangkaian (2). Tentukan jarak B – C atau S' tetap dan atur penyangga bandul agar pada waktu kereta menyentuh small contact plate, beban telah disangga oleh penyangga.
4. Catatlah waktu yang diperlukan (t') untuk jarak S' dengan jarak (S) yang berubah-ubah menurut langkah : 2, dan ulangi sebanyak 5 kali.
5. Jarak A – B atau B – C (S atau S') ditentukan asisten.



Gambar 5.1 Rangkaian 1



Gambar 5.2 Rangkaian 2

Gambar 5 Rangkaian percobaan fletchers trolley

V. Tugas Untuk Laporan Resmi

1. Hitung harga k dan a serta buatlah ralat pengukuran.
2. Buat grafik $S = f(t^2)$ dan $V = f(t)$, lalu tentukan harga k dan a , bandingkan dengan hasil dan pengukuran.
3. Dari langkah nomer 4 dan 5 manakah yang lebih cepat. Jelaskan dengan konsep yang saudara ketahui.
4. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan

1. Berdasarkan hukum apa percobaan ini.
2. Jelaskan hingga diperoleh persamaan (1), (2), dan (3).
3. Sebutkan dan terangkan macam-macam gerak lurus.
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kecepatan sisa.

VISCOSITAS ZAT CAIR (KODE PERCOBAAN M3)

I. Tujuan Percobaan

Menentukan angka kekentalan (viscositas) suatu cairan dengan menggunakan :

- Viskositas Oswald
- Viskositas bola jatuh

II. Peralatan Yang Digunakan

1. Viskosimeter Oswald dengan perlengkapan 1 set.
2. Gelas ukur 2 buah.
3. Cairan yang akan ditera.
4. Pipet 1 buah.
5. Viskosimeter bola jatuh dengan perlengkapan 1 set.
6. Bola kaca dan besi masing-masing 2 buah.
7. Mikrometer 1 buah.
8. Stopwatch 1 buah.

III. Teori

Setiap zat cair mempunyai karakteristik yang khas, berbeda satu zat cair dengan zat cair yang lain. Kekentalan (viscositas) dapat dibayangkan sebagai peristiwa gesekan antara satu bagian dan bagian yang lain dalam fluida. Dalam fluida yang kental kita perlu gaya untuk menggeser satu bagian fluida terhadap yang lain. Apabila suatu benda bergerak dalam zat cair atau sebaliknya akan timbul gaya yang besarnya berbanding lurus dengan kecepatannya.

1. Viskosimeter Oswald.

Dalam percobaan ini cairan mengalir dalam pipa U dengan jumlah volume tertentu.

Apabila kita menganggap :

- Cairan yang digunakan inkompresible dan Newtonian.
- Aliran cairan laminar dan steady.
- Kecepatan aliran dekat dengan dinding adalah nol, misal : cairan bensin, bensol, ether, dan alkohol, maka angka kekentalan cairan (dyne dt /cm² = poise) π :

$$\pi = x.t = \left[\frac{h\rho g a}{38.V.t} \right] t \dots\dots\dots(1)$$

dimana : x = konstanta dengan harga tergantung volume cairan, jejari kapiler, panjang pipa gravitasi dll.

Dalam percobaan ini pengandaian di atas tidak sempurna hingga mengalami koreksi :

$$\eta = x.t - \frac{0,12}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Bila t terukur dan x diketahui (terlihat pada tabel), maka η dapat dihitung.

2. Viskosimeter Bola Jatuh.

Pada percobaan ini bola kecil dijatuhkan pada cairan yang diukur kekentalannya. Mula-mula bola akan mengalami percepatan dikarenakan gravitasi, namun karena kekentalan cairan percepatan bola berkurang dan akhirnya nol. Pada saat itu kecepatan bola tetap (kecepatan terminal V_m). Maka menurut Hukum Stokes :

$$V_m = \frac{2r^2 g}{9\eta} (\rho - \rho_o) \dots\dots\dots(3)$$

dimana : V_m = kecepatan terminal (cm/dt).

η = Viskositas.

r = jejari bola (cm).

ρ = rapat massa bola (gr/cm³).

ρ_o = rapat massa cairan (gr/cm³).

Pada persamaan (3) dianggap diameter tabung relatif lebih besar dari diameter bola. Bila perbandingan diameter tidak terlalu besar perlu diberikan koreksi :

$$F = (1 + 2,4 r/R), R = \text{jari-jari tabung bagian dalam.}$$

Untuk percobaan $R = 1,76 \text{ cm}$, persamaan (3) menjadi :

$$\eta = \frac{\mu(\rho - \rho_o)}{FV_m} \dots\dots\dots(4)$$

dimana : $F = (1 + 1,36 r) ; \eta = \frac{2r^2 g}{9}$

Bila ρ dan ρ_o diketahui serta r dan V_m diukur maka dengan menggunakan persamaan (4) η dapat ditentukan.

IV. Cara Melakukan Percobaan

1. Viskosimeter Oswald.

- a. Usahakan posisi Viskosimeter Oswald vertikal terhadap meja.
- b. Bersihkan tabung Viskosimeter (tanya asisten).
- c. Melalui mulut O tuangkan 3 ml alkohol yang ditera.
- d. Dengan bola tensi O dipindahkan alkohol melalui kapiler R sampai batas titik T.
- e. Setelah itu buka katub udara hingga permukaan alkohol turun sampai titik S. Catat waktu tempuh yang diperlukan dari titik T ke titik S.
- f. Lakukan langkah d – e lima kali.
- g. Lakukan untuk cairan aquades.

Setelah percobaan selesai, maka bersihkan tabung dan tutup dengan sumbat P yang tersedia. Lihat harga x pada tabel.

. 2. Viskosimeter Bola Jatuh

- a. Ukur jari-jari bola kecil dengan mikrometer.
- b. Perhatikan kedudukan T dimana bola Q dianggap mencapai kecepatan terminal.

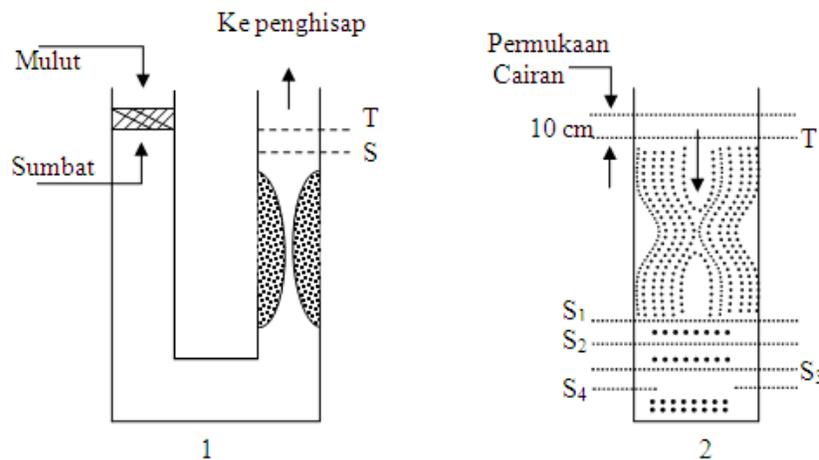
- c. Tentukan titik S di bawah titik T.
- d. Jatuhkan bola Q dan catat waktu dari titik T dan ke S. Ulangi 5 kali.
- e. Lakukan langkah c-d, 2 kali dengan jarak dan bola yang berbeda (tanya asisten).
- f. Lakukan percobaan yang sama untuk cairan yang lain.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi

1. Hitung angka kekentalan menurut Viskosimeter Oswald dengan persamaan (2) dan lihat harga x pada tabel.
2. Hitung angka kekentalan menurut Viskosimeter bola jatuh dengan persamaan (4). Harga x lihat pada tabel.
3. Hitung ralat untuk tugas no. 1 dan 2.
4. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan

1. Gambar dan jelaskan arus laminar zat cair yang kental.
2. Jelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi kekentalan.
3. Gambar dan jelaskan gaya yang bekerja pada benda yang bergerak jatuh dalam cairan.



Gambar 6.1. Viskosimeter Oswald (1) dan Viskosimeter bola jatuh (2)

**KOEFISIEN GESEKAN
(KODE PERCOBAAN M 4)**

I. Tujuan Percobaan

Menentukan koefisien gesekan statis μ_s dan kinetis μ_k .

II. Peralatan Yang Digunakan

1. Papan gesekan,
2. Balok kayu, dan beban (anak timbangan).
3. Neraca
4. Stop watch.

III. Teori

Suatu benda yang bergerak pada suatu permukaan benda lain akan mendapat gaya yang arahnya berlawanan dengan arah benda. Gaya ini terjadi akibat gesekan kedua permukaan benda dan disebut sebagai gaya gesek

A. Koefisien gesekan statis (μ_s)

Adalah perbandingan gaya statis maksimum (f_s maks) dengan gaya normal.

$$\mu_s = \frac{f_s(\text{maks})}{N} \dots\dots\dots (1)$$

Gaya normal (N), untuk bidang datar dan bidang miring adalah seperti ilustrasi berikut :

- Gambar (6.1a) : Pada saat tepat akan bergerak, f_s berharga maksimum sehingga :

$$\mu_s = \frac{m_2}{m_1} \dots\dots\dots(2)$$

- Gambar (7.1b) : Keadaan tepat akan bergerak dapat dicapai pada sudut kemiringan tertentu (misal ϕ), maka :

$$\mu_s = \tan \phi = \frac{a}{b} \dots\dots\dots(3)$$

B. Koefisien gesekan kinetis (μ_k)

Adalah perbandingan antara gaya gesekan kinetis dengan gaya normal (N)

$$\mu_k = \frac{f_k}{N} \dots\dots\dots(4)$$

Jika ditambahkan pada m_2 (Gambar 7.1b), balok mulai bergerak. Apabila gesekan antara katrol dengan tali penghubung diabaikan maka dari Hukum Newton :

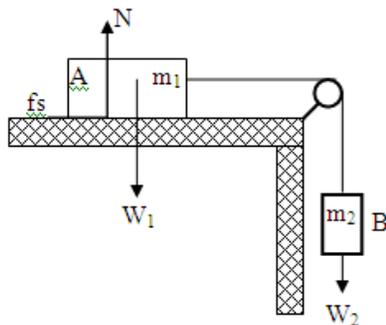
$$F_{\text{total}} = m_{\text{total}} \cdot a$$

Sehingga didapatkan ;

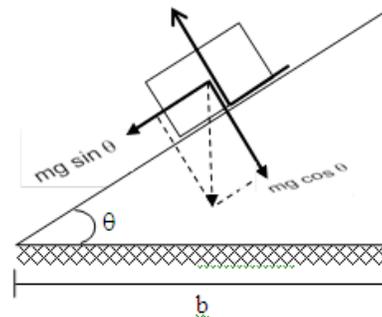
$$\mu_k = \frac{m_2}{m_1} - \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \frac{a}{g} \dots\dots\dots (5)$$

Atau dapat ditulis :

$$\frac{m_2}{m_1} = \left(\mu_k + \frac{a}{g} \right) \frac{g}{g - a} \dots\dots\dots (6)$$



Gambar (a)



Gambar (b)

Gambar 7.1. Rangkaian percobaan koefisien gesekan statis dan kinetis

IV. Cara Melakukan Percobaan

A. Koefisien gesekan statis.

1. Susun peralatan seperti pada gambar (7.1a), letakkan benda A pada posisi tertentu.

2. Beri beban di A dan B sedemikian rupa sehingga sistem tepat akan bergerak.
 3. Catat massa benda di A dan di B (Timbang juga tempat beban A dan B).
- B. Koefisien gesekan kinetis.
1. Susun peralatan seperti gambar (7.1a)
 2. Letakkan benda A di posisi tertentu (tanyakan asisten) lalu beri beban di A dan B sehingga sistem bergerak dengan percepatan a . Catat posisi benda A sebelum bergerak dan waktu tempuh sistem bergerak hingga berhenti (ulangi lima kali).
 3. Lakukan langkah 2 untuk posisi yang lain (tanyakan asisten).
 4. Lakukan langkah 2 – 3 untuk massa beban yang berbeda (tanyakan asisten).

V. Tugas Untuk Laporan Resmi

1. Hitung besarnya μ_s dengan persamaan (2)
2. Hitung besarnya percepatan a untuk percobaan menentukan koefisien gesekan kinetis.
3. Hitung persamaan μ_k dengan persamaan (5)
4. Buat grafik $\frac{m_2}{m_1}$ sebagai fungsi $\frac{g}{g-a}$
5. Tentukan besarnya μ_k berdasarkan grafik tersebut (kemudian bandingkan dengan hasil nomer 3).
6. Beri kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan

1. Buktikan persamaan (2), (3), (6)
2. Tunjukkan bagaimana μ_k dapat ditentukan dari grafik $\frac{m_2}{m_1}$ sebagai fungsi $\frac{g}{g-a}$ dari persamaan (6).
3. Bagaimana cara menentukan percepatan a dari percobaan koefisien gesekan kinetis.

MOMEN INERSIA (KODE PERCOBAAN M5)

I. Tujuan Percobaan

1. Memperkenalkan penggunaan Hukum Newton II pada gerak rotasi.
2. Menentukan momen inersia sistem benda berwujud roda sepeda.

II. Peralatan Yang Dipergunakan

1. Roda sepeda beserta statif 1 set.
2. Electric stop clock 1 buah.
3. Anak timbangan 1 set.
4. Rollmeter 1 buah.
5. Waterpass dan tempat beban 1 buah.

III. Teori

Pada dasarnya menentukan momen inersia benda berwujud tertentu seperti silinder pejal, bola dll, adalah mudah. Namun untuk benda yang berwujud tak beraturan menjadi sulit. Dalam hal ini kita gunakan Hukum Newton II pada gerak rotasi benda tersebut. Pada Gambar 8.1 roda sepeda dengan jari-jari R , massa m_1 , dan momen inersia I diletakkan pada sumbu yang statif. Tali yang massanya dapat diabaikan dililitkan sekeliling roda dan pada ujungnya yang bebas diberi massa m_2 , hingga :

torsi pada sumbu :

$$\tau = I \alpha \dots\dots\dots (1)$$

dimana α = percepatan sudut.

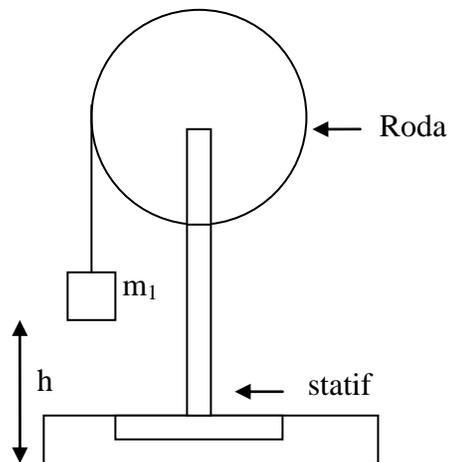
Karena percepatan tangensial a ,

maka :

$$a = R \alpha \dots\dots\dots (2a)$$

atau :

$$I = R \tau/a \dots\dots\dots (2b)$$



Gambar 8.1. Rangkaian Percobaan Momen Inersia

Persamaan (2b) dapat diselesaikan dengan bantuan persamaan Hukum Newton II untuk gerak rotasi dan translasi sistem.

Hingga diperoleh :

$$I = m_1 R^2 (g/a - 1) \dots\dots\dots (3)$$

dimana : g = percepatan gravitasi bumi.

Momen Inersia Sistem I dapat dihitung dengan mengetahui percepatan tangensial melalui percobaan dengan bermacam-macam beban m_2 .

IV. Cara Melakukan Percobaan

1. a. Atur roda sepeda seperti Gambar 8.1.
b. Periksa posisi sumbu statif agar tegak lurus bidang dengan waterpass.
c. Tentukan tinggi antara beban dengan lantai dan lepaskan beban. Catat waktu tempuh beban untuk mencapai jarak h. Lakukan 5 kali.
d. Lakukan untuk beban yang berbeda tiga kali.
e. Lakukan untuk tinggi h yang berbeda.
2. a. Atur tali hingga beban tergantung tepat pada roda, demikian pula dengan posisi sasarannya.
b. Lakukan seperti langkah a dan ukur jejari roda sepeda.
3. Lakukan percobaan yang lain dengan rumus yang lain pula, seperti yang anda ungkapkan pada tugas pendahuluan.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi

1. Hitung Momen inersia untuk I dengan menggunakan persamaan (3) untuk masing-masing percobaan.
2. Jelaskan adakah perbedaan antara percobaan 1, 2, dan 3 ?
3. Bandingkan interpretasi yang anda ungkapkan pada tugas pendahuluan dengan hasil percobaan.
4. Buat kesimpulan mengenai percobaan.

VI. Tugas Pendahuluan

1. Tulis definisi momen inersia I dengan menggunakan persamaan (3).
2. Jelaskan faktor yang mempengaruhi momen inersia benda.
3. Interpretasikan harga I dalam bentuk grafik fungsi m dan a bila harga $g/a > 1$.
4. Coba anda pikirkan cara lain dari yang diungkapkan dalam teori. Tulis rumus yang digunakan bila ada.

BOLA JATUH BEBAS

(KODE PERCOBAAN M6)

I. Tujuan Percobaan :

Menentukan besarnya percepatan gravitasi bumi di suatu tempat.

II. Peralatan Yang Digunakan :

1. Power Supply 1 buah.
2. Stop clock (timer) 1 buah.
3. Holding magnet 1 buah.
4. Bola besi (gotri) 2 buah.
5. Stop kontak 1 buah
6. Morse key dan rollmeter 1 buah.

III. Teori :

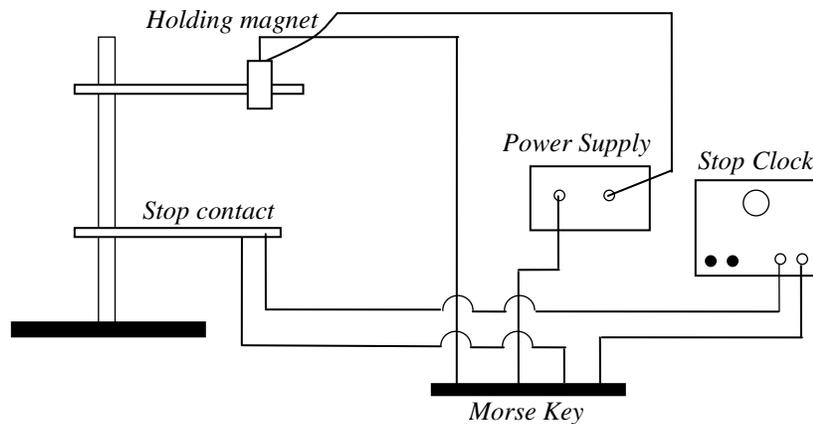
Apabila sebuah benda dijatuhkan dari ketinggian tertentu maka benda tersebut akan mengalami percepatan sebesar :

$A = g$ dimana (g) adalah percepatan gravitasi bumi di tempat tersebut.

Jika benda dijatuhkan tanpa percepatan awal, maka jarak yang ditempuh (S) :

$$S = \frac{1}{2} g t^2$$

Dengan mengetahui jarak yang ditempuh (S) serta waktunya T , maka harga g akan kita dapatkan :



Gambar 9.1 Rangkaian percobaan Bola Jatuh Bebas

IV. Cara Melakukan Percobaan :

1. Susun peralatan seperti Gambar 9.1 (tanya asisten).
2. Tentukan jarak (S) dengan jalan mengatur ketinggian Holding magnet.
3. Jatuhkan bola besi dengan jalan menekan morse key dan catat waktu yang terbaca pada stop clock.
4. Lakukan langkah 1 – 3 sebanyak 5 kali.
5. Lakukan langkah 1 – 4 untuk ketinggian dan bola yang lain.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi :

1. Hitung waktu rata-rata untuk setiap bola pada ketinggian tertentu.
2. Buat grafik antara h terhadap t^2 untuk setiap bola.
3. Hitung kecepatan gravitasi dari table dan gambar.
4. Buat kesimpulan dari percobaan ini.

VI. Tugas Pendahuluan :

1. Buktikan bahwa untuk benda jatuh bebas dipenuhi persamaan :

$$S = \frac{1}{2} gt^2$$
2. Bagaimana kecepatan jatuh bola bila massa bola berlainan sedangkan selang waktu jatuh sama.
3. Sebutkan cara lain untuk mendapatkan besaran gravitasi.
4. Sebutkan hal-hal yang mempengaruhi percepatan gravitasi dan pengukuran.

PENGUKURAN TEGANGAN PERMUKAAN (KODE PERCOBAAN M7)

I. Tujuan Percobaan

Menentukan tegangan permukaan dari berbagai cairan antara lain ; air, minyak, tanah, alkohol, dan olie.

II. Peralatan Yang Diperlukan :

1. Stand base dengan panjang sisi 28 cm 1 buah.
2. Batang besi panjang 25 cm dan 50 cm 2 buah.
3. Spring balance dengan skala Newton 1 set.
4. Laboratory stand (dongkrak) 1 buah.
5. Cincin aluminium 1 buah.

III. Teori :

Tegangan permukaan α adalah usaha yang diperlukan untuk menciptakan suatu permukaan baru.

$$\alpha = \frac{\text{Usaha}}{\text{Luas}} = \frac{\Delta W}{\Delta A} = \frac{F \Delta S}{\ell \Delta S} = \frac{F}{\ell} \text{ Newton/m}^2$$

Dalam percobaan ini yang di gunakan adalah cincin aluminium berjari-jari r.

Dimana : F = gaya tarik

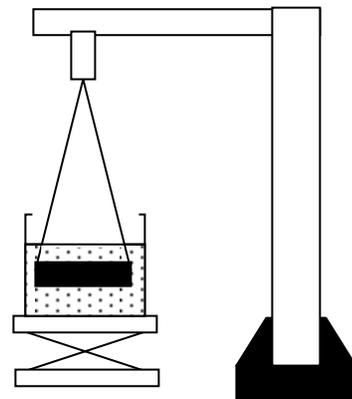
ℓ = panjang cairan yang
kena permukaan.

Karena cincin punya 2 permukaan
(luar dan dalam) maka :

$$\ell = 2 \pi d$$

d = diameter cincin

$$\text{jadi } \alpha = \frac{\Delta F}{2 \pi d}$$



Gambar 10.1 Susunan
Peralatan Tegangan

IV. Cara Melakukan Percobaan :

1. Susun peralatan seperti Gambar 10.1
2. Isi gelas ukur dengan cairan yang akan dicari tegangan permukaannya.
3. Putar skrup dari penyangga hingga gelas ukur yang berisi cairan naik dan cincinnya tenggelam dalam cairan.
4. Lalu turunkan gelas ukur dengan jalan memutar skrup penyangga hingga dicapai keadaan maksimum dan baca tegangan permukaannya pada neraca pegas.
5. Cairan yang dicari tegangan permukaan (α) adalah : air, minyak tanah, alkohol, dan olie.
6. Lakukan masing-masing 5 kali dan buat tabelnya.

V. Tugas Untuk Laporan Resmi :

1. Hitung tegangan permukaan dari : air, minyak tanah, alkohol, dan olie. Masing-masing dengan ralatnya.
2. Buat grafik gaya sebagai fungsi tegangan permukaan untuk tiap titik cairan.
3. Buat kesimpulan dari hasil percobaan.

VI. Tugas Pendahuluan :

1. Apa yang dimaksud dengan tegangan permukaan, mengapa terjadi ?
2. Apakah ada perbedaan khusus antara zat cair yang adhesive dan non-adhesif terhadap tegangan permukaannya ?
3. Terangkan hubungan antara permukaan dan rapat massa !
4. Tunjukkan cara lain untuk menentukan tegangan permukaan !

DAFTAR PUSTAKA

1. Artoto Arkundanto,dkk. (2007). BMP. Alat Ukur dan Metode Pengukuran. Jakarta : Universitas Terbuka
2. D. Keith Robinson, Philip R. Bevington. (1992). Data Reduction And Error Analysis For The Physical Sciences Second Edition, McGraw-Hill
3. Dosen-dosen Fisika.(1997). Diktat Fisika Dasar I, Yayasan Pembina Jurusan Fisika (Yanasika), Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya
4. Mochamad Zainuri. (2000). Laporan Petunjuk Praktikum Fisika Dasar, FMIPA – Fisika ITS
5. Sears Zemansky, “ University Physics” Addison – Wesley Publishing Company.Inc.1962

LAMPIRAN

TABEL 1 : PANAS JENIS DAN INTERVAL TEMPERATUR

Zat Padat	Panas Jenis (Kal / gr °C)	Temp. Internal (°C)
Aluminium	0,217	17 – 100
Kuningan	0,094	15 – 100
Tembaga	0,093	15 – 100
Kaca	0,199	20 – 200
Es	0,55	-10 – 0
Besi	0,133	18 – 100
Timah hitam	0,031	20 – 100
Timah putih	0,031	20 – 100
Perak	0,056	15 – 100
Air Raksa	0,033	0 – 100

TABEL 2 : KOEFISIEN MUAI PANJANG

Zat Padat	Koefesien Muai Panjang ($\times 10^{-60} \text{C}^{-1}$)
Aluminium	24
Kuningan	20
Tembaga	14
Kaca	4 s/d
Baja	12
Air Raksa	26

Tambahan : 40 Watt = 28,8 lilin.

TABEL 3 : HARGA MODULUS YOUNG

Bahan	Modulus Young ($\times 10^{11}$ dyne/cm)
Aluminium	7
Kuningan	9
Tembaga	10 – 12
Kaca	8 – 20
Baja	19 - 21

TABEL 4 : HARGA TEGANGAN PERMUKAAN TERHADAP UDARA

Cairan	Temperatur (°C)	Tegangan permukaan (dyne/cm)
Alkohol 90%	20	22,3
Air Raksa	20	458
Larutan sabun	20	25
Air	0	75,0
Air	20	72,8
Air	100	58,9
Minyak Kelapa	20	29,0 – 32,0

TABEL 5

Warna	Kapiler (O)	Konstanta (K)
Hitam	0,3 ± 0,01	0,0043
Biru	0,4 ± 0,01	0,014
Hijau	0,5 ± 0,01	0,033
Kuning	0,6 ± 0,01	0,069
Merah	0,7 ± 0,01	0,13

TABEL 6 : HARGA VISKOSITAS OLIE

Bahan	Temperatur (°C)	Viskositas (centi poise)
Olie SAE 0	55	160 – 220
Olie SAE 20	55	230 – 300
Olie SAE 30	55	340 – 360

TABEL 7 : RAPAT MASSA BAHAN

Bahan	Rapat massa (gr/cm ³)
Aluminium	2,7
Kuningan	8,2
Tembaga	8,9
Es	0,92
Besi	7,8
Baja	7,8
Platina	21,8
Perak	10,5
Air	1,0
Kaca	2,52
Alkohol	0,81
Minyak Tanah	0,84
Air Garam	1,03
Solar	0,89
Air Raksa	13,6
Minyak Kelapa	0,84
SAE 20	0,89
SAE 40	0,89
Parafin	0,85

TABEL 8 : HARGA VISKOSITAS

Suhu (°C)	Castol Oil (poise)	Air (centipoise)	Udara (μ poise)
0	53,0	1,796	171
20	9,86	1,005	181
40	2,31	0,656	190
60	0,80	0,469	200
80	0,30	0,357	209
100	0,17	0,84	218

Nama :

N R P :

Fak / Jur :

LEMBAR DATA

PRAKTIKUM : G1 (BANDUL MATEMATIS)

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

No.	l (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :
NRP :
Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : G2 (BANDUL FISIS)

No.	a_1 (cm)	a_2 (cm)	t_1 (detik)	t_2 (detik)
1				
2				
3				
4				
5				

No.	a_1 (cm)	a_2 (cm)	t_1 (detik)	t_2 (detik)
1				
2				
3				
4				
5				

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :
 N R P :
 Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : G3 (TETAPAN PEGAS)

Cara Statis

No.	m_1 (gr) (penambahan)	x (cm)	m_2 (gr) (pengurangan)	x (cm)
1				
2				
3				
4				
5				

Cara Dinamis

Massa ember = gr.

No.	T_0 (det)	m_1 (gr)	T_1 (det)	m_2 (gr)	T_2 (det)
1					
2					
3					
4					
5					

Buat lagi masing-masing 1 tabel untuk pegas yang lain.

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :

N R P :

Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M1 (GERAK PELURU)

Kecepatan Awal (Vo) I.

No.	α_1	t_1 (cm)	S_1 (cm)	α_2	t_2 (cm)	S_2 (cm)	α_3	t_3 (cm)	S_3 (cm)
1									
2									
3									
4									
5									

Kecepatan Awal (Vo) II.

No.	α_1	t_1 (cm)	S_1 (cm)	α_2	t_2 (cm)	S_2 (cm)	α_3	t_3 (cm)	S_3 (cm)
1									
2									
3									
4									
5									

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :

N R P :

Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M2 (FLETCHERS TROLLEY)

Percobaan I.

No.	A – B (cm)	T ₁ (det)	A – B (cm)	T ₂ (det)	A – B (cm)	T ₃ (det)
1						
2						
3						
4						
5						

Percobaan II.

No.	A – B (cm)	T ₁ (det)	A – B (cm)	T ₂ (det)	A – B (cm)	T ₃ (det)
1						
2						
3						
4						
5						

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :
 N R P :
 Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M3 (VISCOSITAS ZAT CAIR)

No.	T – S (cm)	t (det)
1		
2		
3		
4		
5		

Viskositas Bola jatuh

No.	Cairan	ℓ (cm)		t (det)				
1	OLIE SAE 20							
2	OLIE SAE 40							
3	Parafin							
4	Minyak Kelapa							

Diameter bola kaca = mm
 bola besi = mm

Menyetujui,
Asisten

Tabel ditambah sesuai dengan petunjuk asisten.

(.....)

Nama :
NRP :
Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M4 (KOEFSIEN GESEKAN)

Koefesien Geser Dinamis (f_d)

No.	C dan A (cm)	C – B (det)
1		
2		
3		
4		
5		

Koefesien Geser Statis (f_s)

No.	A (gram)	B (gram)
1		
2		
3		
4		
5		

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :
 N R P :
 Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M5 (BOLA JATUH BEBAS)

h =.....cm

Percobaan ke-	Waktu (s)
1	
2	
3	
4	
5	

h =.....cm

Percobaan ke-	Waktu (s)
1	
2	
3	
4	
5	

Menyetujui,
Asisten

(.....)

Nama :
 N R P :
 Fak / Jur :

LEMBAR DATA
PRAKTIKUM : M7 (PENGUKURAN TEGANGAN PERMUKAAN)

Jenis Zat Cair :
 Jari –jari cincin :

No	F_{awal} (N)	F_{akhir} (N)	$\Delta F(F_{akhir}-F_{awal})$
1			
2			
3			
4			
5			

Jenis Zat Cair :
 Jari –jari cincin :

No	F_{awal} (N)	F_{akhir} (N)	$\Delta F(F_{akhir}-F_{awal})$
1			
2			
3			
4			
5			

Tambahkan tabel untuk larutan yang lain

Menyetujui,
Asisten

(.....)