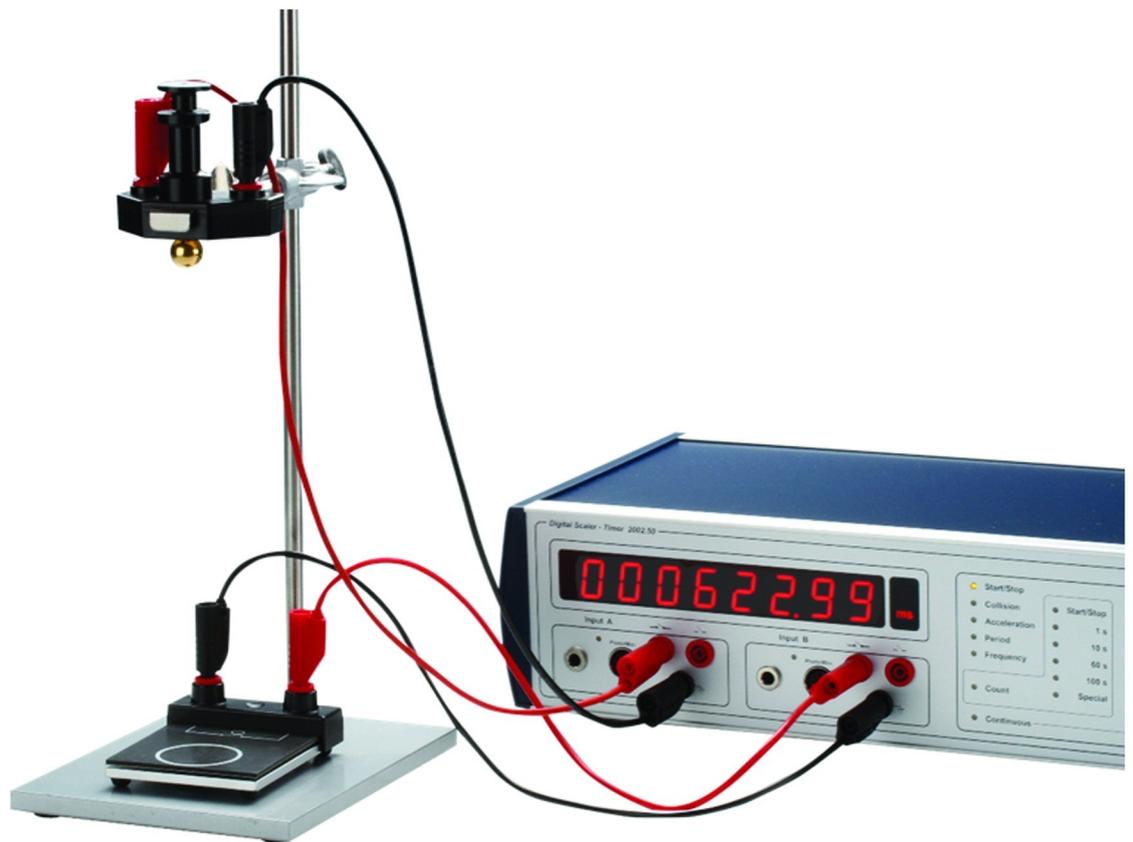


MODUL PRAKTIKUM FISIKA TEKNIK



**TIM DOSEN FISIKA
LABORATORIUM FISIKA TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur tim penyusun panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan izin-Nya Modul Praktikum Fisika Teknik Sipil ini dapat diselesaikan dengan baik.

Modul Praktikum Fisika Teknik Sipil berisi materi penuntun praktikum yang akan dipraktikkan pada semester genap. Dengan ditulisnya modul praktikum ini diharapkan dapat membantu para mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum.

Ucapan terima kasih tim penyusun sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul ini. Kritik dan saran kami harapkan demi perbaikan dalam penyajian materi Praktikum Fisika Teknik Sipil ke depan.

Balunijuk, Januari 2020
Penyusun

Tim Dosen Fisika

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Tata Tertib Praktikum Laboratorium Fisika	iii
Format Laporan dan Aturan Penilaian	iv
Penyajian Data Praktikum	v
Praktikum 1 Pengukuran	1
Praktikum 2 Resultan Vektor Gaya	5
Praktikum 3 Gerak Jatuh Bebas	7
Praktikum 4 Gerak Lurus Berubah Beraturan	9
Praktikum 5 Pendulum Sederhana	13
Praktikum 6 Pusat Massa	15
Praktikum 7 Konstanta Pegas	17
Praktikum 8 Massa Jenis Zat Cair	21
Praktikum 9 Hukum Archimedes	23
Praktikum 10 Azas Black	25

TATA TERTIB PRAKTIKUM LABORATORIUM FISIKA

1. Simpanlah tas, jaket, dan barang-barang lainnya yang tidak diperlukan di tempat yang telah disediakan
2. Lima menit sebelum kegiatan di laboratorium dimulai, peserta harus sudah berada di laboratorium.
3. Dilarang menggunakan sandal dan sepatu yang licin, sepatu terbuka, atau sepatu bertumit tinggi
4. Jangan melakukan kegiatan praktikum atau eksperimen sebelum mengetahui informasi mengenai alat-alat yang akan digunakan.
5. Kenali semua jenis peralatan keselamatan kerja yang diperlukan sebelum melakukan eksperimen
6. Lakukanlah kegiatan sesuai petunjuk yang telah diberikan.
7. Tidak diperkenankan makan dan minum di dalam ruang laboratorium.
8. Periksa dengan teliti semua alat-alat sebelum digunakan.
9. Mintalah petunjuk kepada asisten/dosen pembimbing apabila ada kesulitan atau keraguan dalam melakukan kegiatan
10. Ikuti aturan penggunaan alat-alat ukur. Jangan melebihi batas maksimum dan jangan kurang dari batas minimum dari kemampuan alat ukur yang digunakan.
11. Bersihkan dan keringkan alat-alat yang telah selesai dipergunakan.
12. Kecelakaan apapun yang terjadi, hendaknya segera dilaporkan kepada pembimbing.
13. Diwajibkan mengumpulkan laporan pendahuluan yang terdiri dari Bab I, Bab II, dan Bab III.
14. Laporan akhir praktikum **maksimal** dikumpulkan satu minggu setelah pelaksanaan praktikum.
15. **JANGAN MENYALAKAN PERALATAN ELEKTRONIK SEBELUM DIPERIKSA KESIAPANNYA OLEH PEMBIMBING.**

SANKSI:

1. Terlambat datang tanpa alasan, tidak bisa mengikuti praktikum
2. Tidak mengumpulkan laporan pendahuluan tidak diperkenankan praktikum
3. Terlambat mengumpulkan laporan akhir akan dikenai **pemotongan nilai 10 poin/hari**.
4. Merusak/memecahkan/menghilangkan segala peralatan laboratorium wajib untuk mengganti
5. Jika terdapat pelanggaran lain yang belum diatur dalam tata tertib, asisten/dosen berhak memberikan sanksi sesuai kebijaksanaanya.

FORMAT LAPORAN DAN ATURAN PENILAIAN

1. Laporan praktikum terdiri dari: Sampul, Abstrak, Bab I Pendahuluan (Latar Belakang, Rumusan Masalah, dan Tujuan Praktikum), Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metode Percobaan (Alat dan Bahan serta Metode Percobaan), Bab IV Hasil dan Analisis, Bab V Kesimpulan, Daftar Pustaka, dan lampiran (jika diperlukan).
2. Laporan praktikum dibagi menjadi dua: laporan awal (Sampul, Bab I, Bab II, dan Bab III) yang diperiksa setiap awal praktikum dan laporan akhir (keseluruhan bagian laporan) yang dikumpulkan seminggu setelah melakukan praktikum.
3. Laporan ditulis tangan menggunakan **tinta biru** (kecuali sampul di-*print*) pada kertas HVS A4 dengan batas atas: 3 cm, bawah: 3 cm, kanan: 3 cm, dan kiri: 4 cm.
4. Bobot penilaian maksimal tiap bagian laporan praktikum sebagai berikut:

Abstrak	: 15 poin
Bab I Pendahuluan	: 15 poin
Bab II Tinjauan Pustaka	: 10 poin
Bab III Metode Percobaan	: 10 poin
Bab IV Hasil dan Analisis	: 30 poin
Bab V Kesimpulan	: 15 poin
Daftar Pustaka	: 5 poin
5. Ketidaklengkapan bagian isi laporan menyebabkan nilai nol pada bagian tersebut.
6. Penulisan daftar pustaka mengikuti aturan penulisan karya ilmiah Universitas Bangka Belitung.
7. Secara lebih rinci, format penulisan dan aturan penilaian akan dipaparkan pada kegiatan asistensi praktikum dan kontrak kuliah.

PENYAJIAN DATA PRAKTIKUM

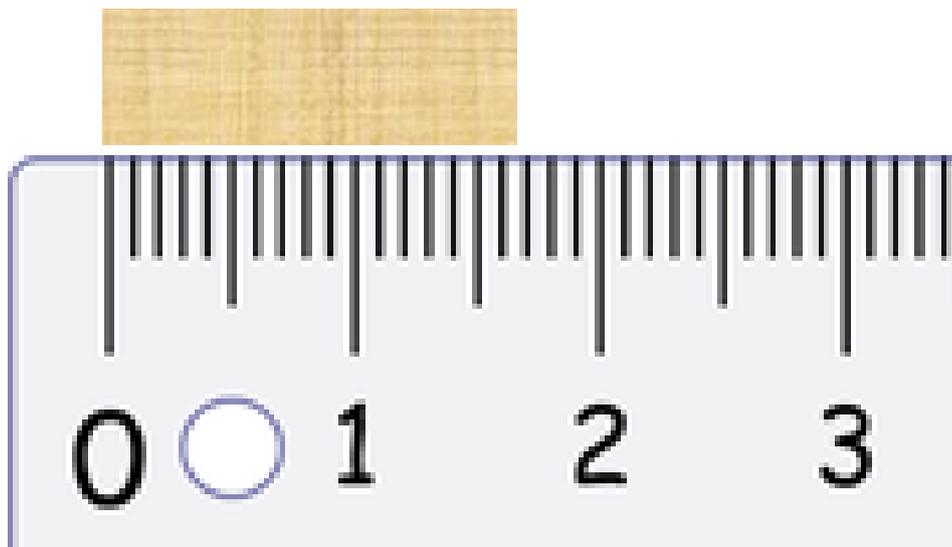
Setiap data hasil pengukuran pada praktikum disajikan dalam ungkapan,

$$l = x_0 \pm \Delta x \quad (\text{a.1})$$

dimana l data besaran yang ingin disajikan di laporan, x_0 adalah hasil pengukuran dari suatu besaran dan Δx adalah ketidakpastiannya.

1. Hasil Pengukuran Tunggal

Pada pengukuran tunggal nilai x_0 dapat diperoleh dari proses pengukuran yang diyakini dan diperbolehkan ditambah dengan nilai taksirannya. Misalkan ingin mengukur suatu panjang dengan mistar (skala terkecil 1 mm) dan panjang benda tersebut lebih sedikit dari skala terkecil seperti pada gambar A, dimana tampak bahwa benda berukuran 16 mm lebih sedikit, maka nilai x_0 dapat diungkapkan sebagai $x_0 = 16,5$ mm. Angka taksiran sebaiknya hanya satu angka (dalam hal ini 0,5 mm) dan tidak lebih kecil dari tingkat ketelitian alat ukur.



Gambar A. Contoh pengukuran panjang dengan mistar

Adapun ketidakpastian pengukuran tunggal dapat diperoleh dari tingkat ketelitian alat ukur,

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{1}{2} \times \text{skala terkecil alat ukur} \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{a.2})$$

Dengan demikian hasil pengukuran kasus di atas dapat diungkapkan sebagai,

$$l = (16,5 \pm 0,5) \text{ mm} \quad (\text{a.3})$$

Hal ini mengindikasikan bahwa hasil pengukuran panjang yang diperoleh berada dalam rentang 16 mm hingga 17 mm.

2. Hasil Pengukuran Berulang

Pada proses pengukuran berulang nilai x_0 merupakan nilai rata-rata hasil pengukuran,

$$x_0 = \bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (\text{a.4})$$

Sedangkan ketidakpastiannya dapat ditentukan dari teori standar deviasi,

$$\Delta x = SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (\text{a.5})$$

Pemilihan faktor koreksi berupa pembagi $N - 1$ dikarenakan data dalam praktikum yang akan dilakukan bersifat terbatas. Apabila data hasil pengukuran banyak dapat digunakan N saja.

Contoh: pada suatu pengukuran waktu jatuh benda untuk tiga kali pengulangan pengukuran diperoleh data berikut:

Tabel A. Hasil pengukuran waktu jatuh benda

No	Waktu (sekon)
1	1,5
2	1,2
3	1,4

Maka dapat ditentukan:

$$t_0 = \frac{\sum t_i}{N} = \frac{1,5 + 1,2 + 1,4}{3} = 1,37 \text{ s} \quad (\text{a.6})$$

Dengan demikian ketidakpastian pengukuran tersebut adalah:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{(1,5 - 1,367)^2 + (1,2 - 1,367)^2 + (1,4 - 1,367)^2}{3 - 1}} = 0,15 \text{ s} \quad (\text{a.7})$$

Sehingga data dapat disajikan sebagai,

$$t = (1,37 \pm 0,15) \text{ s} \quad (\text{a.8})$$

3. Hasil Perhitungan Secara Tidak Langsung

Apabila besaran yang ingin dilaporkan merupakan suatu besaran yang diperoleh dari suatu perhitungan, misal merupakan $f(x, y, z)$, maka nilai ketidakpastiannya dapat diungkapkan sebagai,

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial f}{\partial z} \Delta z \quad (\text{a.9})$$

Contoh: Misalkan ingin dihitung nilai dari volume suatu silinder yang diukur menggunakan dua jenis alat ukur: jangka sorong untuk diameternya dan mistar untuk ketinggiannya. Hasil pengukuran tersebut adalah tinggi: $(60,5 \pm 0,5) \text{ mm}$ dan diameter: $(14,80 \pm 0,05) \text{ mm}$.

Volume dari silinder tersebut dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} \pi (14,80)^2 \cdot (60,5) \\
 &= 10402,76 \text{ mm}^3
 \end{aligned}
 \tag{a.10}$$

Sedangkan untuk menentukan ketidakpastiannya:

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= \frac{\partial V}{\partial d} \Delta d + \frac{\partial V}{\partial h} \Delta h \\
 &= \left(\frac{\pi d h}{2} \right) \Delta d + \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \Delta h \\
 &= \left(\frac{3,14 \times 14,80 \times 60,5}{2} \right) (0,05) + \left(\frac{3,14 \times 14,80^2}{4} \right) (0,5) \\
 &= 156,26 \text{ mm}^3
 \end{aligned}
 \tag{a.11}$$

Sehingga penyajian hasil perhitungan tersebut adalah:

$$V = (10402,76 \pm 156,26) \text{ mm}^3
 \tag{a.12}$$

PRAKTIKUM 1 PENGUKURAN

1.1. Tujuan

1. Mengukur besaran panjang suatu objek dengan menggunakan jangka sorong, mikrometer sekrup dan mistar.
2. Mengukur massa suatu objek dengan neraca.
3. Menghitung massa jenis suatu objek.
4. Menentukan nilai ketidakpastian dari suatu pengukuran dan perhitungan.

1.2. Dasar Teori

1.2.1. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur besaran panjang, yang dapat digunakan untuk mengukur diameter dalam, diameter luar serta kedalaman suatu benda (misal pipa). Jangka sorong memiliki dua bagian yaitu rahang tetap dan rahang sorong. Rahang tetap memiliki skala yang disebut skala utama sedangkan rahang sorong memiliki skala yang disebut skala nonius. Sebagai contoh perhatikan bagian jangka sorong pada Gambar 1.1.

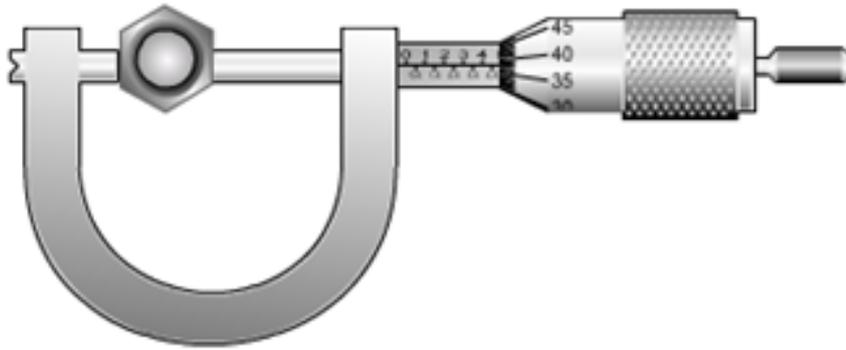


Gambar 1.1. Posisi skala utama dan skala nonius pada jangka sorong.

Pada Gambar 1.1, skala nonius yang berimpit dengan skala utama adalah 4. Artinya angka tersebut adalah 0,04 cm. Selanjutnya perhatikan skala utama. Pada skala utama, skala yang terukur sebelum angka nol pada skala nonius adalah 4,7 cm. Sehingga diameter yang diukur sama dengan $4,7 \text{ cm} + 0,04 \text{ cm} = 4,74 \text{ cm}$

1.2.2. Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup merupakan alat ukur panjang dengan tingkat ketelitian 0,01 mm. Mikrometer sekrup terdiri atas rahang utama sebagai skala utama dan rahang putar sebagai skala nonius. Skala nonius terdiri dari 50 skala. Setiap kali skala nonius diputar 1 kali, maka skala nonius bergerak maju atau mundur sejauh 0,5 mm. Perhatikan Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Pengukuran ketebalan benda menggunakan mikrometer sekrup.

Untuk pembacaan skala pada Gambar 1.2, panjang skala utama adalah 4,5 mm. Perhatikan penunjukan pada skala putar. Angka 39 pada skala putar berimpit dengan garis mendatar pada skala utama. Maka pembacaan mikrometer tersebut = $45 + (39 \times 0,01)$. Jadi hasil pengukuran adalah 4.89 mm.

1.2.3. Neraca

Neraca merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda. Umumnya neraca dibagi menjadi: neraca mekanik dan neraca digital (elektronik). Contoh dari neraca mekanik adalah neraca Ohaus. Pada prinsipnya neraca Ohaus bekerja berdasarkan konsep kesetimbangan momen gaya.

1.2.4 Massa Jenis

Massa jenis (ρ) adalah besaran perbandingan antara massa (m) dan volumenya (V),

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

Biasanya massa jenis suatu objek pada temperatur yang tetap (serta kondisi lain yang tetap) bernilai konstan. Dengan demikian massa jenis dapat digunakan sebagai salah satu standar karakteristik suatu objek.

1.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1. Jangka Sorong | 2. Mikrometer sekrup |
| 3. Mistar | 4. Neraca |
| 5. Gelas ukur | 6. Objek Pengukuran |

1.4. Prosedur Praktikum

1.4.1. Pengukuran panjang menggunakan jangka sorong

1. Putar pengunci ke kiri sehingga rahang pada jangka sorong dapat digeser.
2. Masukkan benda (objek) yang akan diukur ke rahang bawah jangka sorong.
3. Apit benda dengan rahang bawah jangka sorong dan putar pengunci ke kanan.
4. Amati skala pada rahang utama dan rahang sorong serta tentukan hasil pengukuran.

1.4.2. Pengukuran panjang menggunakan mikrometer sekrup

1. Pastikan pengunci dalam keadaan terbuka dan mikrometer sekrup telah terkalibrasi.
2. Bukalah rahang mikrometer sekrup dengan cara memutar kekiri pada skala putar hingga benda dapat dimasukkan ke rahang.
3. Letakkan benda yang diukur pada rahang mikrometer sekrup, dan putar kembali sampai tepat.
4. Putarlah pengunci sampai skala putar tidak dapat digerakkan dan tentukan hasil pengukuran.

1.4.3. Pengukuran panjang menggunakan mistar

1. Letakkan benda yang akan diukur pada tepi skala mistar.
2. Pastikan benda telah sejajar dengan mistar dan salah satu ujung benda tepat berada di angka nol skala mistar.
3. Baca skala mistar pada ujung lain benda (bukan ujung yang dititik nol).

1.4.4. Pengukuran massa menggunakan neraca Ohaus

1. Letakkan objek yang akan diukur massanya pada neraca Ohaus. Pastikan neraca telah terkalibrasi.
2. Geser-geser beban pada lengan neraca Ohaus hingga diperoleh kondisi setimbang.
3. Baca hasil pengukuran massa benda.

1.4.5. Pengukuran volume menggunakan gelas ukur

1. Ukur volume air mula-mula pada gelas ukur
2. Masukkan objek yang akan diukur volumenya
3. Amati pertambahan volume air pada gelas ukur

1.5. Tabulasi Data

Massa objek :

Volume objek (gelas ukur) :

Alat Ukur \ Dimensi	Panjang	Diameter
Mistar		
Jangka Sorong		
Mikrometer Sekrup		

1.6. Pertanyaan

1. Tentukan volume benda berdasarkan keseluruhan alat ukur yang digunakan!
2. Alat ukur mana yang memiliki ralat volume yang lebih kecil? Mengapa demikian?
3. Tentukan massa jenis benda dengan menggunakan volume yang telah diperoleh tersebut!

4. Bandingkan dan analisis hasil massa jenis yang telah diperoleh berdasarkan teori ketidakpastian pengukuran!

PRAKTIKUM 2 RESULTAN VEKTOR GAYA

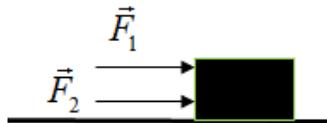
2.1. Tujuan Praktikum

Menghitung resultan dua gaya yang membentuk sebuah sudut

2.2. Dasar Teori

Gaya merupakan besaran vektor. Jika gaya F_1 dan F_2 (Gambar 2.1) dengan arah yang sama bekerja pada benda, maka besar resultan gaya dinyatakan dalam persamaan

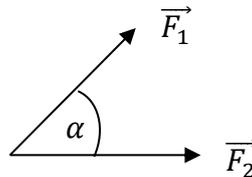
$$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (2.1)$$



Gambar 2.1. Dua buah gaya yang bekerja pada sebuah benda.

dan jika gaya yang bekerja berlawanan arah, maka salah satu gaya bernilai negatif.

Ketika dua buah gaya membentuk sudut α (Gambar 2.2), maka besar resultan gaya dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2).



Gambar 2.2. Dua vektor gaya yang membentuk sudut α .

$$\sum F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} \quad (2.2)$$

Besar resultan dua atau lebih vektor gaya yang membentuk sudut α , juga dapat diselesaikan dengan menguraikan masing-masing vektor ke arah sumbu x dan y , sehingga besar resultan gaya dapat dinyatakan dalam

$$\sum F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (2.3)$$

2.3. Alat dan Bahan Praktikum

1. Statif
2. Beban
3. Neraca pegas
4. Jepit penahan
5. Benang
6. Busur

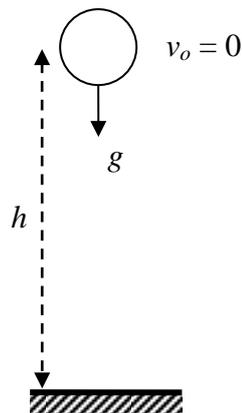
PRAKTIKUM 3 GERAK JATUH BEBAS

3.1. Tujuan Praktikum

Menghitung besarnya nilai percepatan gravitasi di titik tertentu dengan variasi ketinggian.

3.2. Dasar Teori

Pada dasarnya gerak jatuh bebas merupakan salah satu contoh dari gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan arah vertikal seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skema gerak jatuh bebas

Karena pada gerak ini benda dijatuhkan tanpa kecepatan awal ($v_o = 0$) dan percepatan gerak benda diberikan oleh percepatan gravitasi, g , maka hubungan antara waktu yang dibutuhkan benda untuk sampai dasar, t , dari suatu ketinggian h adalah

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad (3.1)$$

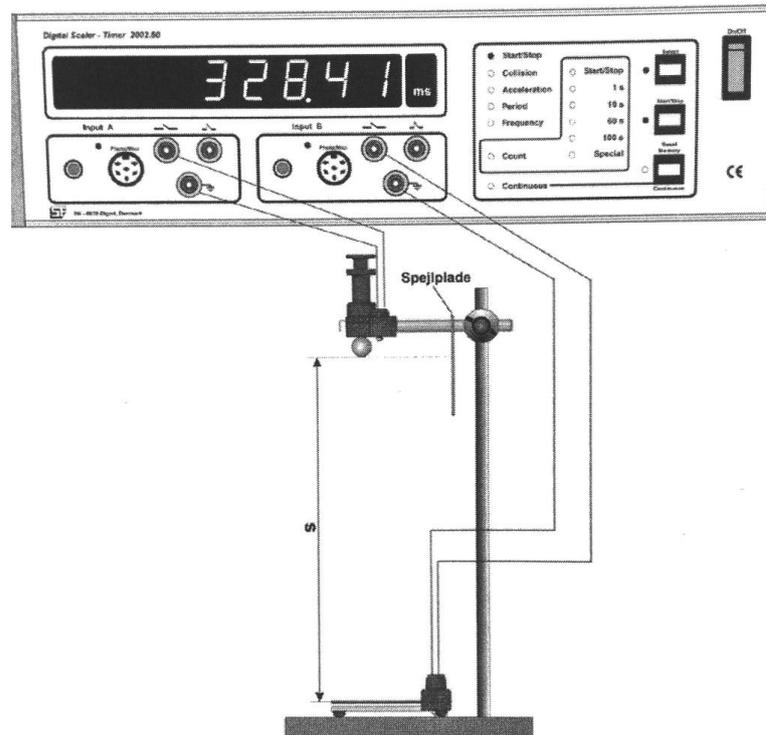
Dengan demikian apabila diketahui ketinggian suatu benda dijatuhkan dan waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke dasar maka dapat ditentukan percepatan gravitasi yang bekerja pada tempat tersebut.

4.3. Alat dan Bahan Praktikum

1. *Electronic counter*
2. *Free fall apparatus*
3. *Retort stand*
4. *Bosshead*
5. Kabel

3.4. Prosedur Praktikum

1. Rangkailah alat seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skema praktikum gerak jatuh bebas

2. Atur ketinggian *release machine* dengan dasar sejauh h
3. Letakkan benda (bola) pada posisi A.
4. Tekan *release button* pada *release machine* sehingga benda jatuh pada titik B
5. Catat waktu yang terbaca pada *electronic counter*
6. Ulangi percobaan sebanyak 3 kali
7. Ulangi langkah 3-6 untuk beban yang berbeda dan ketinggian yang berbeda

3.5. Tabulasi Data

Massa beban pertama: $(m \pm \Delta m)$ gram

No	$(h \pm \Delta h)$ meter	t sekon
1-5		
6-10		
11-15		

Buatlah tabel seperti diatas untuk massa beban kedua dan ketiga dengan variasi ketinggian yang tetap seperti di awal.

3.6. Pertanyaan

1. Hitung percepatan gravitasi untuk tiap percobaan dan bandingkan dengan percepatan gravitasi teoritis!
2. Berpengaruhkah massa benda dalam percobaan ini? Jelaskan!

PRAKTIKUM 4 GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

4.1. Tujuan Praktikum

Menentukan percepatan sebuah benda yang bergerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan awal tertentu.

4.2. Dasar Teori

Gerak pada lintasan lurus dari suatu benda dibedakan menjadi dua, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Gerak lurus berubah beraturan dari suatu benda dicirikan adanya perubahan kecepatannya. Besarnya perubahan kecepatan benda per satuan waktu didefinisikan sebagai percepatan yang secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{\Delta t} \quad (4.1)$$

dan persamaan kinematikanya adalah,

$$v_t^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad (4.2)$$

Besarnya percepatan juga dapat dihitung menggunakan hukum II Newton, yaitu:

$$a = \frac{F}{m} \quad (4.3)$$

Dengan:

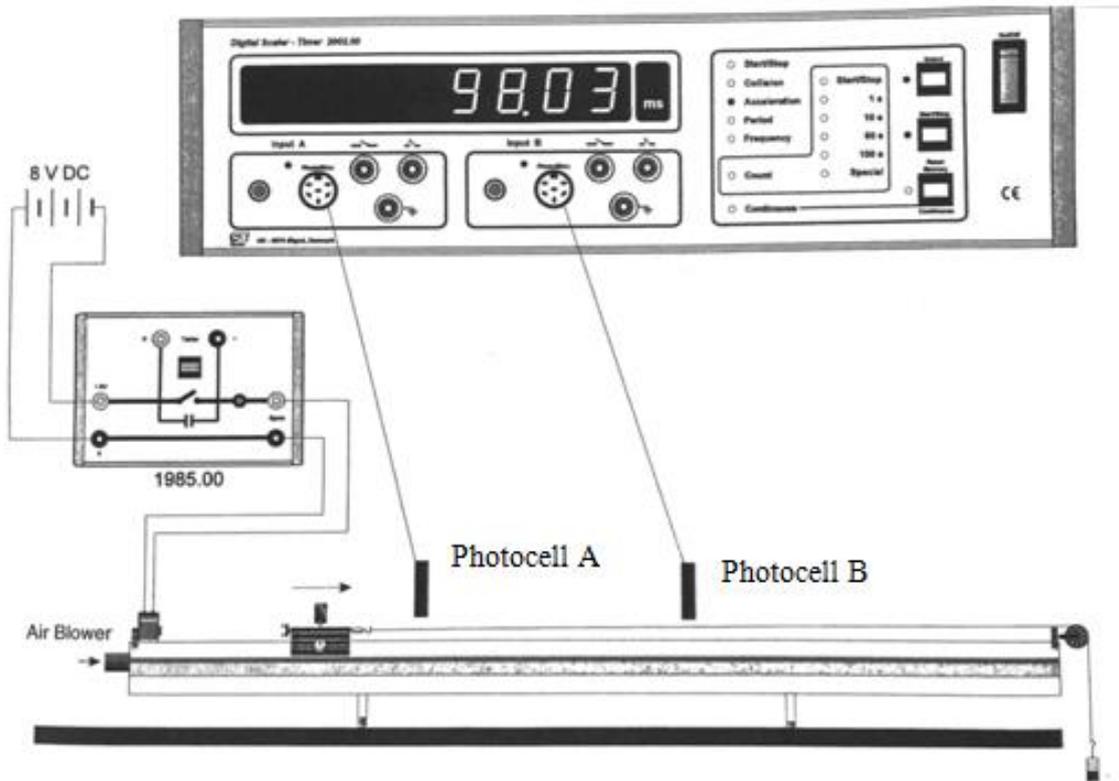
Δx = perpindahan yang ditempuh, v_0 = kecepatan awal
 v_t = kecepatan akhir, a = percepatan,
 t = selang waktu, m = massa partikel,
 F = gaya.

4.3. Alat dan Bahan Praktikum

1. *Linear Air Track*
2. *Pulley with plugs*
3. *Air blower with tube*
4. *Electronic timer*
5. *Photocell unit*
6. *Switch box*
7. *Power Supply*
8. *Electronic Launcher*
9. Kabel penghubung
10. *Glider flag*

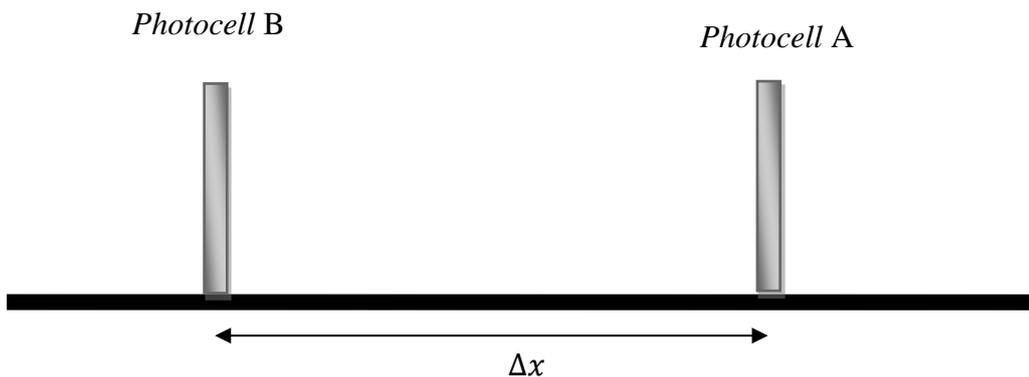
4.4. Prosedur Praktikum

1. Rangkailah alat seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Skema rangkaian praktikum GLBB

2. Ukurlah panjang *flag* yang digunakan.
3. Timbang massa beban penggantung yang digunakan.
4. Posisikan *photocell* B beberapa cm dari *photocell* A, dan ukurlah jarak antara *photocell* A dan *photocell* B (Δx) seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Photocell A, photocell B serta jarak pisah antara keduanya.

5. Atur posisi *electric timer* (*counter timer*) pada posisi *acceleration*.
6. Tekan tombol *release* pada *switch box* sehingga *glider flag* meluncur dan *counter timer* berhasil mengukur proses yang terjadi

7. Tekan tombol memory pada *electric timer* untuk melihat data waktu a_1 , b_1 dan ab .
8. Tekan tombol *reset* pada *electric timer*.
9. Kembalikan posisi awal *glider flag* ke posisi semula dan tekan tombol *hold* pada *switch box*.
10. Lakukan 3 kali pengulangan pengambilan data.
11. Ulangi langkah 6 – 10 dengan mengubah massa beban dengan cara menambahkan beban pada glider yang berbeda – beda sebanyak 3 variasi dengan nilai Δx yang tetap.

4.5. Tabulasi Data

Panjang *flag*: $(l \pm \Delta l)$

Massa beban tergantung: $(m \pm \Delta m)$

No	Jarak antar <i>photocell</i> ($x \pm \Delta x$)	Massa ($m \pm \Delta m$)	Waktu tempuh		
			a_1	b_1	ab
1		m_1			
2					
3					
4		m_2			
5					
6					
7		m_3			
8					
9					

Keterangan: a_1 = Waktu *glider flag* melewati *photocell* A.

b_1 = Waktu *glider flag* melewati *photocell* B.

ab = Waktu tempuh dari *photocell* A ke *photocell* B.

Kecepatan awal *glider flag* dihitung dengan menggunakan persamaan: $v_0 = \frac{l}{a_1}$

Kecepatan akhir *glider flag* dihitung dengan menggunakan persamaan: $v_t = \frac{l}{b_1}$

Waktu ab digunakan untuk menghitung selang waktu yang kemudian diterapkan pada pers. (4.1).

4.6. Pertanyaan

1. Hitunglah besarnya percepatan *glidder* menggunakan konsep kinematika.
2. Hitung besarnya percepatan *glidder* menggunakan konsep dinamika dengan asumsi gesekan antara *glidder flag* dengan lintasan diabaikan.
3. Bandingkan nilai percepatan hasil perhitungan dengan menggunakan konsep kinematika dan dinamika.

4. Apabila nilai percepatan yang diperoleh dari hasil kinematika dengan dinamika berbeda apakah faktor yang menyebabkan hal tersebut?

PRAKTIKUM 5 PENDULUM SEDERHANA

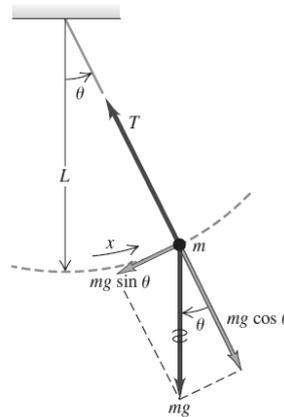
5.1. Tujuan Praktikum

Menghitung percepatan gravitasi berdasarkan periode osilasi pendulum sederhana dengan variasi panjang tali

5.2. Dasar Teori

Pendulum sederhana adalah suatu model ideal yang terdiri dari sebuah titik massa yang digantungkan pada seutas tali tak bermassa dan tidak mengalami peregangan. Disaat beban pendulum sederhana ditarik ke atas dan dilepaskan maka pendulum tersebut akan mengalami ayunan (*swing*) yang merupakan contoh dari gerak osilasi sederhana.

Pada Gambar 5.1 diuraikan gaya-gaya yang bekerja pada pendulum dengan panjang tali L dan diberi beban m ketika berayun pada sudut θ .



Gambar 5.1. Uraian gaya-gaya yang bekerja pada pendulum sederhana

Dari skema uraian gaya tampak bahwa gaya yang bekerja pada komponen tangensial merupakan gaya pemulih (ditunjukkan oleh tanda minus) tangensial (F_θ):

$$F_\theta = -mg \sin \theta \quad (5.1)$$

Pada sudut θ yang kecil ($\theta \leq 10^\circ$) maka dapat diaproksimasi $\sin \theta \approx \theta$ sehingga dengan hukum II Newton persamaan di atas dapat diekspresikan sebagai,

$$m \frac{d^2 \theta}{dt^2} = -mg \theta \quad (5.2)$$

Persamaan (5.2) adalah persamaan diferensial orde 2 yang menunjukkan gerak osilasi sederhana dengan solusi,

$$\theta = \theta_{\max} \sin \sqrt{\frac{g}{L}} t \quad (5.3)$$

Dengan demikian dapat ditentukan frekuensi sudut dari gerak osilasi sederhana pendulum adalah,

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (5.4)$$

atau periodenya adalah,

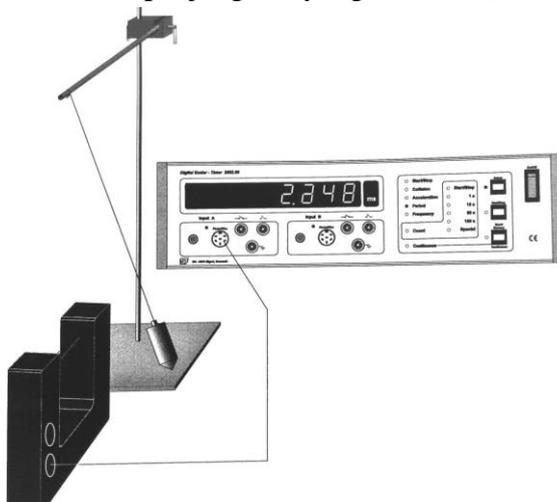
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (5.5)$$

5.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Beban pendulum | 4. Photocell unit |
| 2. Retort stand | 5. Electronic counter |
| 3. Bosshead | 6. Kabel |

5.4. Langkah Percobaan

1. Ikat beban pada *retort stand* dan atur panjang talinya
2. Rangkai alat seperti pada Gambar 5.2.
3. Tarik beban pendulum hingga terbentuk sudut $\theta = 10^\circ$
4. Lepaskan beban pendulum
5. Catat waktu yang tercatat pada *electronic counter*
6. Ulangi langkah 3 – 5 sebanyak 5 kali
7. Ulangi langkah 3 – 6 untuk panjang tali yang berbeda (3 variasi)



Gambar 5.2. Skema praktikum pendulum sederhana

5.5. Tabulasi data

No	Panjang tali	Periode
1-15	$(l_1 \pm \Delta l_1)$ meter	
16-30	$(l_2 \pm \Delta l_2)$ meter	
31-45	$(l_3 \pm \Delta l_3)$ meter	

PRAKTIKUM 6 PUSAT MASSA

6.1. Tujuan Praktikum

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan posisi pusat massa benda dua dimensi.

6.2. Dasar Teori

Sistem diskrit merupakan sebuah sistem yang terdiri dari sejumlah benda atau partikel. Jika semua partikel penyusun sistem dapat direduksi menjadi titik massa di mana massa titik sama dengan jumlah massa benda penyusun maka titik massa tersebut disebut koordinat pusat massa. Apabila sejumlah gaya luar bekerja pada sistem diskrit, maka pusat massa benda akan bergerak mengikuti kaidah seolah-olah resultan gaya tersebut hanya bekerja pada titik pusat massanya agar gerakannya memenuhi hukum Newton seperti sistem benda awal (Abdullah, M. 2016).

Benda-benda kontinu dua dimensi yang memiliki bentuk teratur dan rapat massa yang tersebar secara merata memiliki lokasi pusat massa yang dapat ditentukan secara sederhana. Persegi dan persegi panjang memiliki lokasi titik pusat massa di perpotongan diagonalnya tepat ditengahnya, sedangkan segitiga sama sisi dan sama kaki memiliki titik pusat berada di sepertiga tingginya yang diukur dari alasnya. Untuk benda yang memiliki bentuk tidak teratur dua dimensi, lokasi pusat massa (x_{cm} , y_{cm}) dapat ditentukan secara langsung atau dengan menggunakan persamaan sistem diskrit:

$$x_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} \quad (6.1)$$

$$y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + \dots + m_n y_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} \quad (6.2)$$

dengan:

x_{cm} = letak titik pusat massa pada sumbu x.

y_{cm} = letak titik pusat massa pada sumbu y

x_i = letak titik pusat massa pada sumbu x untuk partikel ke i

y_i = letak titik pusat massa pada sumbu y untuk partikel ke i

m_i = massa untuk partikel ke i

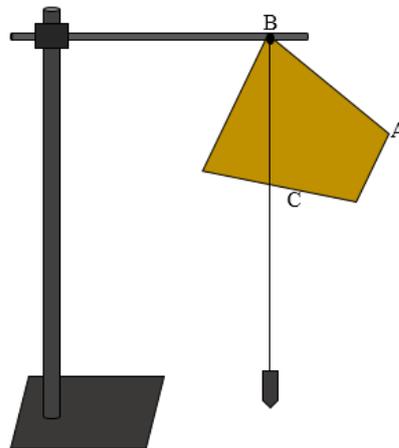
6.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. Satu set statif | 5. Mistar |
| 2. Kertas karton | 6. Gunting |
| 3. Benang | 7. Spidol |
| 4. Beban | 8. Kertas grafik |

6.4. Prosedur Praktikum

1. Potonglah kertas karton sesuai dengan bentuk yang dikehendaki kemudian timbanglah massa karton tersebut.

2. Beri titik dengan huruf A, B, dan C pada bagian yang diinginkan.
3. Rangkailah satu set statif kemudian tancapkan jarum yang telah diikatkan benang dan pemberat pada salah satu titik yang telah dibuat seperti pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Skema praktikum pusat massa

4. Pastikan benang tidak menempel pada karton dan biarkan bandul hingga berhenti berayun kemudian tandai letak titik B'.
5. Cabut jarum dari posisi B lalu tarik garis dari titik B ke B' dengan menggunakan bolpoint warna hitam.
6. Ulangi langkah 2-5 untuk titik A dan C. (Pastikan ketiga garis yang terbentuk berpotongan pada satu titik dan berikan tanda pada titik tersebut (x_{cm} , y_{cm})).
7. Jika langkah 7 tidak terbentuk maka ulangi langkah 2-5 untuk salah satu titik yang dianggap meragukan.
8. Potong karton yang telah kalian gunakan sebelumnya menjadi 3 bagian dan beri tanda I, II, dan III.
9. Ulangi langkah 1-9 untuk masing-masing bagian karton dan gunakan bolpoint warna biru untuk membuat garis hubung antara kedua titik yang telah ditentukan.
10. Satukan kembali ketiga bagian karton seperti semula dan tempelkan pada kertas grafik, serta buatlah koordinat acuan pada ujung bawah bagian kertas kemudian tentukan posisi masing-masing (x_{cm} , y_{cm}) terhadap acuan tersebut.

6.5. Tabulasi Data

Praktikum	$(x_{cm} \pm \Delta x_{cm})$ cm	$(y_{cm} \pm \Delta y_{cm})$ cm	$(m \pm \Delta m)$ gr
Benda awal			
Bagian I			
Bagian II			
Bagian III			

6.6. Pertanyaan

1. Bandingkan hasil penentuan pusat massa benda awal melalui pengukuran langsung dengan perhitungan teori!
2. Jika berbeda, sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan itu!

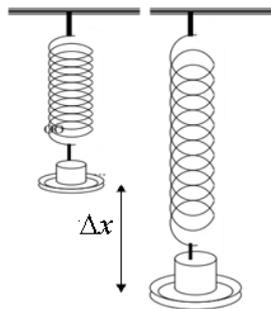
PRAKTIKUM 7 KONSTANTA PEGAS

7.1. Tujuan Praktikum

1. Menganalisis hubungan antara massa beban terhadap pertambahan panjang suatu pegas.
2. Membandingkan nilai konstanta pegas yang diperoleh melalui hukum Hooke dengan osilasi harmonik

7.2. Dasar Teori

Salah satu dampak dari adanya gaya yang bekerja pada suatu benda adalah terjadinya perubahan bentuk benda. Berdasarkan sifat kelenturan atau elastisitasnya dikenal dua macam benda yaitu benda plastis dan benda elastis. Percobaan ini terfokus pada salah satu contoh benda elastis yaitu pegas. Respon pegas terhadap suatu gaya ditunjukkan pada pertambahan panjang pegas tersebut. Hubungan antara beban dengan pertambahan panjang pegas dikemukakan oleh Hooke. Melalui percobaan ini akan diketahui karakteristik respons pegas terhadap gaya melalui penentuan konstanta gaya pegas. Gambar 7.1 merupakan deskripsi pertambahan panjang pegas saat diberi beban.



Gambar 7.1. Pertambahan panjang pegas akibat diberi beban dengan massa tertentu.

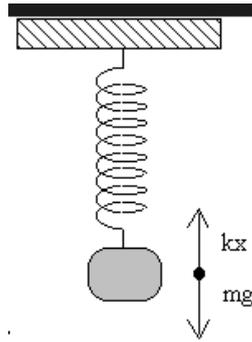
Pertambahan panjang suatu pegas berbanding lurus terhadap besar gaya yang menariknya. Pernyataan ini dikenal sebagai hukum Hooke. Hukum Hooke secara matematis dinyatakan dalam persamaan,

$$F = -k\Delta x \quad (7.1)$$

Dengan F = gaya, k = konstanta pegas, dan Δx = pertambahan panjang pegas. Tanda minus (-) menyatakan bahwa arah gaya berlawanan dengan arah simpangan dan biasa disebut sebagai gaya pemulih.

Ketika suatu pegas diberi beban bermassa m kemudian kemudian ditarik vertikal sejauh x dan dilepaskan seperti diberikan oleh gambar 7.2 maka pegas tersebut akan berosilasi secara harmonik. Dengan menggunakan hukum Newton dapat dituliskan,

$$\begin{aligned} \sum F &= ma \\ -kx + mg &= ma \\ -kx + mg &= \frac{d^2 x}{dt^2} \end{aligned} \quad (7.2)$$



Gambar 7.2. Uraian gaya yang bekerja pada pegas ketika ditarik vertikal

Dapat dilihat bahwa persamaan tersebut merupakan jenis persamaan diferensial orde dua. Untuk dapat menyelesaikannya maka dapat dilakukan transformasi koordinat x sebagai,

$$x' = x - \frac{mg}{k} \quad (7.3)$$

Sehingga persamaan diferensial osilasi di atas dapat dinyatakan sebagai,

$$m \frac{d^2 x'}{dt^2} + kx' = 0 \quad (7.4)$$

Dimana persamaan tersebut memiliki dengan solusi berupa,

$$x' = A \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t \right) \quad (7.5)$$

$$x(t) = \frac{mg}{k} + A \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t \right)$$

dimana A adalah amplitudo simpangan. Dengan menggunakan analogi solusi di atas dengan solusi dari osilasi harmonik sederhana yang telah banyak dipelajari maka dapat diketahui bahwa kasus ini memiliki frekuensi sudut, ω , sebagai

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (7.6)$$

Sehingga periode dari osilasi dapat dinyatakan sebagai,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (7.7)$$

7.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. Pegas | 2. Penggaris |
| 3. Beban | 4. Neraca |
| 5. Statif | 6. Stopwatch |

7.4. Prosedur Praktikum

7.4.1. Konstanta pegas dengan hukum Hooke

1. Rangkailah alat seperti pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Rangkaian praktikum hukum hooke.

2. Ukurlah panjang pegas sebelum diberi beban (x_0).
3. Tambahkan beban yang sudah diketahui massanya pada ujung pegas.
4. Ukurlah panjang pegas setelah diberi beban (x_1).
5. Hitunglah pertambahan panjang pegas (Δx) dengan cara mengurangkan x_1 terhadap x_0 .
6. Ulangi langkah 3-5 dengan massa beban pegas yang berbeda.

7.4.2. Konstanta pegas dengan osilasi harmonik

1. Timbang massa beban penggantung.
2. Simpangkan pegas dan ukur jarak simpangannya.
3. Lepaskan tangan dari pegas sehingga pegas berosilasi.
4. Ukur waktu periode osilasi pegas dengan stopwatch.
5. Ulangi proses osilasi sebanyak tiga kali.
6. Ulangi langkah 1 – 5 dengan menggunakan beban yang berbeda.

7.5. Tabulasi Data

7.5.1. Tabulasi data untuk hukum Hooke

No	Massa beban	Panjang awal	Panjang akhir	Pertambahan panjang

7.5.2. Tabulasi data untuk osilasi harmonik

No	Massa beban	Simpangan	Periode osilasi
1			
2			
3			

7.6. Pertanyaan

1. Analisis kaitan massa beban penggantung dengan penambahan panjang pegas!
2. Bandingkan nilai konstanta pegas yang dihitung dengan menggunakan hukum Hooke dengan osilasi harmonik!

PRAKTIKUM 8
MASSA JENIS ZAT CAIR

8.1. Tujuan Praktikum

Menentukan massa jenis zat cair

8.2. Dasar Teori

Sifat utama dari suatu zat adalah bahwa zat memiliki massa dan menempati ruang. Karakteristik dari suatu zat dinyatakan dengan massa jenisnya. Massa jenis suatu zat menyatakan perbandingan antara massa zat dengan volume zat tersebut.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (8.1)$$

dengan: ρ = Massa jenis, m = Massa zat, V = Volume zat

Jika suatu zat cair dalam suatu bejana yang mempunyai kedalaman h , maka tekanan yang dirasakan dasar wadah tersebut dapat dinyatakan sebagai:

$$P = P_0 + \rho gh \quad (8.2)$$

dengan:

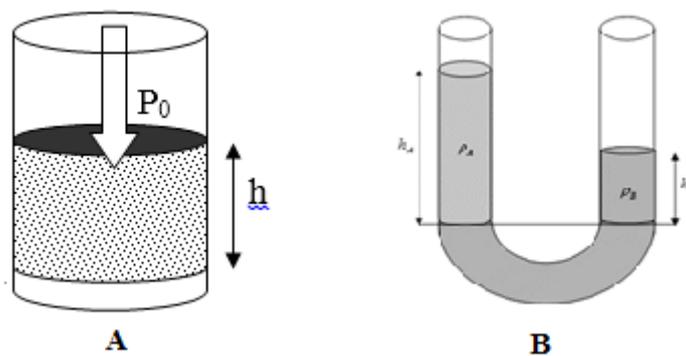
P = Tekanan di dasar wadah (Pa)

g = Percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

P_0 = Tekanan udara luar (Pa)

h = Kedalaman zat cair dalam wadah (m)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)



Gambar 8.1 (A) Skema tekanan mutlak pada dasar bejana. (B) Skema praktikum dengan menggunakan pipa U.

Salah satu metode untuk menentukan massa jenis zat cair selain dengan perbandingan massa dan volume juga dapat menggunakan prinsip hukum pokok hidrostatis pada pipa U seperti ditunjukkan pada Gambar 8.1. Semua titik yang terletak pada suatu bidang datar didalam zat cair yang sejenis akan memiliki tekanan yang sama. Jika dua buah zat cair yang berbeda massa jenisnya dimasukkan dalam suatu pipa U dan kedua zat tersebut tidak bercampur, maka dapat ditentukan massa jenis salah satu zat tersebut yang belum diketahui dengan menerapkan hukum pokok hidrostatis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B \\
 P_0 + \rho_A g h_A &= P_0 + \rho_B g h_B \\
 \rho g h_A &= \rho g h_B \\
 \rho_A &= \rho_B \frac{h_B}{h_A}
 \end{aligned}
 \tag{8.3}$$

dengan:

$$\rho_A = \text{Massa jenis zat A} \qquad h_A = \text{Tinggi zat A}$$

$$\rho_B = \text{Massa jenis zat B} \qquad h_B = \text{Tinggi zat B}$$

metode ini dapat digunakan apabila salah satu massa jenis zat yang dicampurkan telah diketahui massa jenisnya dan kedua zat tidak bercampur.

8.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|---------------|----------------------------|
| 1. Pipa U | 4. Neraca Ohaus |
| 2. Mistar | 5. Air |
| 3. Piknometer | 6. Berbagai jenis zat cair |

8.4. Prosedur Praktikum

1. Timbanglah piknometer kosong dengan neraca ohaus.
2. Isi piknometer dengan air hingga penuh lalu timbanglah dengan neraca ohaus
3. Bandingkan massa air dengan volumenya sehingga diperoleh massa jenis air.
4. Masukkan air kedalam pipa U hingga memenuhi separuh kedua sisi pipa U
5. Masukkan zat cair yang lain kedalam pipa U melalui salah satu ujungnya.
6. Amatilah sistem tersebut sampai keadaan setimbang sehingga tampak jelas dinding pemisah antara zat cair dengan air.
7. Ukurlah tinggi air dan zat cair dari posisi O seperti gambar
8. Tambahkan lagi volume zat cair tersebut kemudian ulangi langkah ke 6-7
9. Ulangi langkah 4-8 dengan menggunakan dua zat cair yang berbeda

8.5. Tabulasi Data

Massa air :

Volume air :

Jenis zat cair	V_i (ml)	Ketinggian air (cm)	Ketinggian zat cair (cm)

PRAKTIKUM 9 HUKUM ARCHIMEDES

9.1. Tujuan Praktikum

1. Menganalisis fenomena gaya apung dalam fluida.
2. Menghitung densitas zat cair menggunakan hukum Archimedes.

9.2. Dasar Teori

Ketika suatu benda dicelupkan ke dalam zat cair atau fluida maka benda tersebut akan mengalami gaya apung ke atas yang selanjutnya disebut dengan gaya Archimedes. Gaya Archimedes menyebabkan suatu benda yang berinteraksi dengan zat cair memiliki tiga kemungkinan kondisi: (1) terapung, (2) melayang, dan (3) tenggelam. Kondisi terapung terjadi apabila massa jenis benda yang dicelupkan dalam fluida memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan fluida. Kondisi melayang terjadi ketika massa jenis benda memiliki nilai yang sama dengan massa jenis fluida. Sedangkan tenggelam terjadi ketika massa jenis benda lebih besar dibandingkan dengan massa jenis fluida.

Gaya Archimedes terjadi akibat adanya perbedaan tekanan fluida pada kedalaman yang berbeda. Semakin dalam fluida maka semakin besar tekanan fluida tersebut. Oleh karena itu ketika sebuah benda dimasukkan dalam fluida maka akan terdapat perbedaan tekanan antara fluida bagian atas benda dengan tekanan fluida di bagian bawah. Prinsip Archimedes menyatakan bahwa: “Ketika sebuah benda tercelup seluruhnya atau sebagian dalam fluida maka fluida tersebut akan memberikan gaya ke atas (gaya apung) dengan besar sama dengan berat zat cair yang dipindahkan”

9.3. Alat dan Bahan Praktikum

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Objek atau benda yang diukur | 2. Neraca ohaus |
| 3. Neraca pegas atau dinamometer | 4. Gelas ukur atau beaker glass |
| 5. Tali | 6. Minyak |
| 7. Oli | 8. Air |
| 9. Piknometer | 10. Pipet |

9.4. Prosedur Praktikum

1. Tentukan massa jenis fluida atau zat cair yang digunakan menggunakan metode piknometer.
2. Timbang berat objek dengan menggunakan neraca pegas.
3. Celupkan objek kedalam fluida dengan kondisi tetap tergantung pada neraca pegas.
4. Ukur berat objek ketika objek dicelupkan ke dalam fluida.
5. Ukur volume objek menggunakan gelas ukur.
6. Hitung gaya Archimedes pada fluida tersebut.
7. Dengan menggunakan hukum Archimedes tentukan massa jenis fluida yang digunakan.

8. Bandingkan hasil pengukuran massa jenis fluida dengan hukum Archimedes dan piknometer

9.5. Tabulasi Data

No.	Jenis Fluida	Berat Objek di Udara	Berat Objek dalam Fluida	Volume Objek	Gaya Archimedes	Massa Jenis Fluida (Piknometer)	Massa Jenis Fluida (Hk. Archimedes)

9.6. Pertanyaan

1. Bagaimanakah pengaruh jenis fluida terhadap berat objek dalam fluida ?
2. Apabila objek yang digunakan semakin berat apakah ada pengaruhnya dengan gaya Archimedes ?

PRAKTIKUM 10 AZAS BLACK

10.1. Tujuan Praktikum

1. Memahami konsep azas Black
2. Menentukan kalor jenis zat padat dengan menggunakan kalorimeter

10.2. Dasar Teori

Kalor jenis suatu zat adalah bilangan yang menyatakan jumlah kalori yang diperlukan untuk memanaskan satu gram zat dengan kenaikan 1°C.

Untuk memanaskan m gram massa dengan kenaikan sebesar Δt diperlukan kalor sebesar :

$$Q = mc\Delta T \quad (10.1)$$

dengan : Q = kalor yang dilepas/diserap, c = kalor jenis zat, ΔT = perubahan suhu, dan m = massa zat.

Kalor jenis suatu zat dapat ditentukan dengan kalorimeter. Dengan menggunakan asas Black, bahwa jumlah kalor yang diterima sama dengan jumlah kalor yang dilepaskan, maka kalor jenis suatu zat dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q_{lepas} = Q_{serap} \quad (10.2)$$

$$m_b c_b (T_b - T_2) = m_a c_a (T_2 - T_1) + m_k c_k (T_2 - T_1)$$

dengan :

m_b = massa zat padat

c_b = kalor jenis zat padat

m_a = massa air

c_a = kalor jenis air (1 kal/gr.C)

m_k = massa kalorimeter

c_k = kalor jenis kalorimeter (0,22 kal/gr.C)

T_1 = suhu kalorimeter mula-mula

T_b = suhu zat padat mula-mula

T_2 = suhu kalorimeter akhir

10.3. Alat dan Bahan Praktikum

1. Kalorimeter lengkap dengan pengaduk dan pelindung
2. Neraca
3. Zat padat yang akan ditentukan kalor jenisnya
4. Thermometer
5. Air
6. Pemanas
7. Pinset

10.4. Prosedur Praktikum

1. Timbanglah zat padat yang akan ditentukan kalor jenisnya kemudian masukkan kedalam pemanas
2. Timbanglah kalorimeter kosong+pengaduk

3. Masukkan air sekitar 50 ml kedalam kalorimeter+pengaduk kemudian timbanglah.
4. Masukkan kalorimeter ke dalam bejana pelindung, memasang termometer, dan ukur suhu air dalam kalorimeter tersebut sebagai T_1 .
5. Panaskan zat padat kira-kira 15 menit, ukurlah suhu zat dalam pemanas tersebut sebagai T_b .
6. Ambillah zat padat dalam pemanas secara cepat menggunakan pinset, pindahkan ke dalam kalorimeter yang telah berisi air tadi dan tutuplah kalorimeter tersebut.
7. Aduk kalorimeter hingga terjadi kesetimbangan suhu. Kemudian catat hasil pembacaan kesetimbangan suhu sebagai T_2 .
8. Ulangi langkah 1- 7 untuk jenis zat padat yang lain

10.5. Tabulasi Data

Massa zat padat =gr

Massa kalorimeter+pengaduk =gr

Massa kalorimeter+pengaduk+air =gr

Massa air =gr

No	Jenis Zat Padat	(T_b)	(T_1)	(T_2)
1				
2				
3				
4				
5				

Keterangan :

T_b = Suhu awal zat pada padat ($^{\circ}\text{C}$)

T_1 = Suhu awal kalorimeter ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Suhu akhir kalorimeter (suhu setimbang) ($^{\circ}\text{C}$)

10.6. Pertanyaan

1. Hitunglah kalor jenis tiap zat padat yang diukur!
2. Bandingkan hasil perhitungan dengan literatur. Jelaskan!