



MODUL PRAKTIKUM ILMU DASAR SAINS

Disusun oleh :

Fredy Jhon Philip.S,ST,MT

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA

Jl. Cendrawasih Raya No.1 Sawah Baru,Ciputat Tangerang Selatan

KATA PENGANTAR

Modul praktikum Ilmu Dasar Sains ini merupakan panduan untuk mahasiswa yang menempuh mata kuliah praktikum Ilmu Dasar Sains (CIV 105) Universitas Pembangunan Jaya. Modul ini merupakan penyempurnaan dari modul praktikum sebelumnya berupa penambahan materi percobaan sehingga dapat memberikan pengetahuan yang lebih baik untuk mahasiswa yang ingin mendalami teori Fisika di laboratorium.

Masih banyak kekurangan yang terdapat di dalam modul ini, oleh karena itu sangat diharapkan apabila terdapat kritik dan saran terhadap isi materi dari modul ini. Besar harapan kami semoga modul ini dapat ditingkatkan baik dari sisi kualitas maupun kuantitas

Tangerang Selatan, Agustus 2016

Penulis

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1) Kehadiran

- Praktikum harus diikuti sekurang-kurangnya 80 % dari jumlah total pertemuan yang diberikan. Jika syarat tersebut tidak dipenuhi, maka praktikan dinyatakan TIDAK LULUS mata kuliah praktikum Ilmu Dasar Sains.
- Ketidakhadiran karena sakit harus disertai keterangan resmi dari Rumah sakit dan diserahkan kepada penanggung jawab praktikum paling lambat 2 minggu sejak ketidakhadiran. Jika tidak dipenuhi maka dikenakan SANKSI 2
- Keterlambatan kurang dari 20 menit dikenakan SANKSI 1
- Keterlambatan lebih dari 20 menit dikenakan SANKSI 2
- Data kehadiran merujuk kepada data kehadiran pada sisfo kampus. Setiap mahasiswa wajib melakukan konfirmasi apabila terjadi kesalahan data.

2) Persyaratan mengikuti Praktikum

- Berperilaku dan berpakaian sopan selama mengikuti praktikum, Jika tidak dipenuhi sekurang-kurangnya dikenakan SANKSI 1
- Menyimpan barang-barang yang tidak diperlukan seperti tas dan alat komunikasi selama akan mengikuti kegiatan praktikum.

3) Pelaksanaan Praktikum

- Mentaati peraturan yang berlaku di laboratorium Teknik Sipil
- Mengikuti petunjuk yang diberikan oleh dosen atau asisten laboratorium
- Memelihara kebersihan laboratorium dan bertanggung jawab atas keutuhan alat-alat praktikum.

4) Penilaian

- Nilai praktikum ditentukan oleh kehadiran, nilai laporan dan nilai ujian akhir
- Syarat kelulusan adalah keikutsertaan praktikum mencapai minimal 80 %

5) Sanksi Nilai

- SANKSI 1 : Nilai modul yang bersangkutan dikurangi 20 poin

- SANKSI 2 : Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga nilai modul dianggap NOL

6) Sanksi Administrasi

Sanksi administrasi diberikan kepada praktikan yang selama mengikuti praktikum menimbulkan kerugian , seperti merusak alat atau memecahkan alat atau menghilangkan alat. Sehingga mahasiswa tersebut wajib menggantinya dengan alat yang sama dan spesifikasi yang sama.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
TATA TERTIB PRAKTIKUM	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
Modul 1: Dasar Pengukuran dan Ketidakpastian	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Percobaan.....	1
1.3 Alat dan Bahan.....	1
1.4 Dasar Teori	2
1.5 Metode Percobaan.....	7
1.6 Laporan.....	7
Modul 2 : Archimedes dan Massa Jenis.....	9
2.1 Latar Belakang.....	9
2.2 Tujuan Percobaan.....	9
2.3 Peralatan dan Bahan.....	9
2.4 Teori Dasar	10
2.5 Metode Percobaan.....	13
2.6 Pelaporan	14
Modul 3 : Osilasi Harmonik Sederhana (Pegas)	15
3.1 Latar Belakang.....	15
3.2 Tujuan Percobaan.....	15
3.3 Peralatan dan Bahan.....	15
3.4 Teori Dasar	15
3.5 Prosedur Percobaan.....	17
3.6 Pelaporan	19
Modul 4 : Osilasi Harmonik Sederhana (Bandul Matematis)	20
4.1 Latar Belakang.....	20
4.2 Tujuan Percobaan.....	20

4.3 Peralatan dan Bahan.....	20
4.4 Teori Dasar	20
4.5 Prosedur Percobaan.....	21
4.6 Pelaporan	21
Modul 5 : Pesawat Atwood.....	22
5.1 Latar Belakang	22
5.2 Tujuan Percobaan.....	22
5.3 Peralatan dan Bahan.....	22
5.4 Teori Dasar	23
5.5 Prosedur Percobaan.....	27
5.6 Pelaporan	30
Modul 6 : Fluida Statis	31
6.1 Latar Belakang	31
6.2 Tujuan Percobaan.....	31
6.3 Peralatan dan Bahan.....	31
6.4 Teori Dasar	31
6.5 Prosedur Percobaan.....	33
6.6 Pelaporan	34
Modul 7 : Gerak Rotasi	35
7.1 Latar Belakang	35
7.2 Tujuan Percobaan.....	36
7.3 Peralatan dan Bahan.....	36
7.4 Teori Dasar	36
7.5 Prosedur Percobaan.....	38
7.6 Pelaporan	40
Daftar Pustaka.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengukuran dengan Sistem Analog.....	2
Gambar 2. Pengukuran dengan Sistem Digital	2
Gambar 3. Skala Utama Alat Ukur dengan NST = 0.25	3
Gambar 4. Skala Utama dan Nonius dengan M=9, N = 10 dan N1 = 7.....	3
Gambar 5. Benda Ditimbang dengan Neraca Pegas	12
Gambar 6. Benda yang melayang pada suatu fluida	12
Gambar 7. Skema pengujian metode 1 Hukum Archimedes	14
Gambar 8. Sistem Pegas.....	16
Gambar 9. Gerak periodic atau getaran.....	17
Gambar 10. Gerak bandul sederhana	21
Gambar 11. Pesawat Atwood.....	23
Gambar 12. Grafik Gerak Lurus Berubah Beraturan (dipercepat).....	26
Gambar 13. Grafik Gerak Lurus Berubah Beraturan (diperlambat)	26
Gambar 14. Skema Percobaan Pesawat Atwood	28
Gambar 15. Gaya-gaya pada Katrol Gambar 16. Katrol dan Beban.....	29
Gambar 17. Pipa U dengan 2 zat cair.....	32
Gambar 18. Pipa U dengan 3 zat cair.....	33
Gambar 19. Alat Rotasi.....	35
Gambar 20. Ilustrasi Percobaan Gerak Rotasi	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Contoh Perambatan Ketidakpastian	6
Tabel 2. Contoh Penulisan Angka Berarti.....	6
Tabel 3 . Massa Jenis Berbagai Zat.....	10

Modul 1: Dasar Pengukuran dan Ketidakpastian

1.1 Latar Belakang

Dalam ilmu fisika, pengukuran dan besaran merupakan hal yang bersifat dasar, dan pengukuran merupakan salah satu hal yang penting untuk mengetahui nilai kuantitas suatu besaran. Aktivitas mengukur menjadi sesuatu yang sangat penting untuk selalu dilakukan dalam mempelajari berbagai fenomena yang sedang dipelajari.

Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran dengan satuan yang dijadikan sebagai patokan. Dalam fisika pengukuran merupakan sesuatu yang sangat vital. Suatu pengamatan terhadap besaran fisis harus melalui pengukuran. Pengukuran-pengukuran yang sangat teliti diperlukan dalam fisika, agar gejala-gejala peristiwa yang akan terjadi dapat diprediksi dengan kuat. Namun bagaimanapun juga ketika kita mengukur suatu besaran fisis dengan menggunakan instrumen, tidaklah mungkin akan mendapatkan nilai benar x_0 , melainkan selalu terdapat ketidakpastian.

1.2 Tujuan Percobaan

- a) Mampu menggunakan dan memahami alat-alat ukur dasar
- b) Mampu menentukan ketidakpastian pada pengukuran tunggal dan berulang
- c) Dapat mengaplikasikan konsep ketidakpastian dan angka berarti dalam pengolahan hasil pengukuran

1.3 Alat dan Bahan

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| — Mistar /penggaris | — Benda uji berupa balok |
| — Jangka sorong | — Benda uji silinder |
| — Mikrometer sekrup | — Kelereng |
| — Thermometer | — Neraca teknis |
| — Stopwatch | — Air panas |

1.4 Dasar Teori

A. Alat Ukur Dasar

Alat ukur adalah perangkat untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variable fisis. Secara umum alat ukur terbagi menjadi dua tipe, yaitu alat ukur dengan sistem digital dan sistem analog. Pengukuran dengan sistem analog memberikan hasil pengukuran yang bernilai kontinu, misalnya penunjuk temperature yang dinyatakan oleh skala (Gambar 1.1). Sedangkan alat ukur dengan sistem digital memberikan hasil pengukuran dengan skala diskrit. (Gambar 1.2)



Gambar 1. Pengukuran dengan Sistem Analog

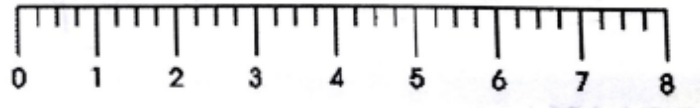


Gambar 2. Pengukuran dengan Sistem Digital

Suatu pengukuran selalu disertai dengan ketidakpastian, hal ini disebabkan antara lain oleh adanya nilai skala terkecil (NST), kesalahan dalam kalibrasi, kesalahan titik nol, paralaks, serta lingkungan yang saling memengaruhi dan juga keterampilan pengamat dalam membaca pengukuran. Oleh karena itu sangatlah sulit untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari suatu besaran melalui pengukuran.

Nilai Skala Terkecil (NST)

Pada setiap alat ukur terdapat suatu nilai skala yang tidak dapat lagi dibagi-bagi, inilah yang disebut dengan nilai skala terkecil (NST). Ketelitian alat ukur tergantung pada NST ini. Pada Gambar 3 tampak bahwa $NST = 0,25$ satuan.



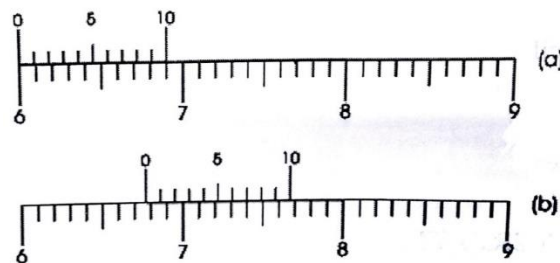
Gambar 3. Skala Utama Alat Ukur dengan NST = 0.25

Nonius

Untuk membantu mengukur dengan lebih teliti daripada yang ditunjukkan NST, maka digunakan **nonius**. Skala noninus akan meningkatkan ketelitian pembacaan alat ukur. Umumnya terdapat suatu pembagian sejumlah skala utama dengan sejumlah skala noninus yang akan menyebabkan garis skala titik nol dan skala noninus berimpit dengan skala utama. Cara membaca skala adalah sebagai berikut :

- Baca posisi 0 dari skala noninus pada skala utama
- Angka desimal di belakang koma dicari dari skala nonius yang berimpit dengan skala utama.

Di bawah ini contoh alat ukur dengan nst utama 0,1 satuan dan 9 skala utama M menjadi 10 skala nonius N. Pada Gambar 4, hasil pembacaan tanpa nonius adalah 6,7 satuan dan dengan nonius adalah $6,7 + \frac{7}{10} \times (10 - 9) \times 0,1 = 6,77 \text{ satuan}$.



Gambar 4. Skala Utama dan Nonius dengan M=9, N = 10 dan N1 = 7

B. Parameter Alat Ukur

Beberapa istilah dan definisi dalam pengukuran yang harus dipahami adalah :

- **Akurasi** , kedekatan alat ukur membaca pada nilai yang sebenarnya dari variable yang diukur.
- **Presisi**, hasil pengukuran yang dihasilkan dari proses pengukuran atau derajat yang membedakan satu pengukuran dengan yang lain.

- **Kepekaan**, rasio dari sinyal output atau tanggapan alat ukur perubahan input atau variable yang diukur.
- **Resolusi**, perubahan terkecil dari nilai pengukuran yang mampu ditanggapi oleh alat ukur.
- **Kesalahan**, angka penyimpangan dari nilai sebenarnya variable yang diukur.

C. Ketidakpastian

Suatu pengukuran selalui disertai dengan ketidakpastian. Ketidakpastian dibedakan menjadi dua, yaitu ketidakpastian mutlak dan ketidakpastian relatif. Masing-masing ketidakpastian dapat digunakan dalam pengukuran tunggal dan berulang

Ketidakpastian Mutlak

Suatu nilai ketidakpastian yang disebabkan oleh keterbatasan alat ukur itu sendiri. Pada pengukuran tunggal, ketidakpastian yang umum digunakan adalah bernilai setengah dari NST. Untuk besaran X maka ketidakpastian mutlak untuk pengukuran tunggal adalah :

$$\Delta x = \frac{1}{2} NST \quad (1.1)$$

Dengan hasil pengukuran dituliskan sebagai :

$$X = x \pm \Delta x \quad (1.2)$$

Melaporkan hasil pengukuran berulang dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan menggunakan kesalahan $\frac{1}{2}$ rentang atau dapat juga menggunakan nilai standar deviasi.

Ketidakpastian Relatif

Merupakan ketidakpastian yang dibandingkan dengan hasil pengukuran. Terdapat hubungan antara hasil pengukuran dengan kepadatan relative adalah :

$$KTP \text{ relatif} = \frac{\Delta x}{x} \quad (1.3)$$

Apabila menggunakan ketidakpastian relative, maka hasil pengukuran dilaporkan sebagai :

$$X = x \pm KTP \text{ relatif} \times 100\% \quad (1.4)$$

Kesalahan $\frac{1}{2}$ Rentang

Pada pengukuran berulang, ketidakpastian dituliskan tidak lagi seperti pada pengukuran tunggal,. Kesalahan $\frac{1}{2}$ rentang merupakan salah satu cara untuk menyatakan ketidakpastian pada pengukuran berulang. Teknik melakukannya adalah sebagai berikut :

- 1) Kumpulkan sejumlah hasil pengukuran variabel x , misalnya n buah, yaitu $x_1, x_2, \dots$

$$x_n$$

- 2) Cari nilai rata-ratanya yaitu $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1.5)$$

- 3) Tentukan $x_{\max}$ dan $x_{\min}$ dari kumpulan data x tersebut dan ketidakpastiannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\Delta x = \frac{(x_{\max} - x_{\min})}{2} \quad (1.6)$$

- 4) Tuliskan hasilnya sebagai :

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (1.7)$$

Ketidakpastian pada fungsi variable

Jika suatu variabel merupakan fungsi dari variabel lain yang diikuti oleh nilai ketidakpastiannya, maka variabel tersebut akan disertai oleh ketidakpastian juga. Untuk lebih memahaminya, maka dapat dilihat penjelasan di Tabel 1.

Misalnya dari suatu pengukuran diperoleh data $(a \pm \Delta a)$ dan $(b \pm \Delta b)$, maka dari hasil pengukuran tersebut akan dilakukan operasi matematika dasar untuk mendapatkan besaran yang baru.

Standar Deviasi

Bila dalam pengamatan dilakukan n kali pengukuran dari besaran x sehingga terdapat data berupa $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, maka nilai rata-rata dari besaran itu adalah :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \quad (1.8)$$

Tabel 1. Contoh Perambatan Ketidakpastian

Variabel yang dilibatkan	Operasi	Hasil	Ketidakpastian
$a \pm \Delta a$ $b \pm \Delta b$	Penjumlahan	$P = a + b$	$\Delta p = \Delta a + \Delta b$
	Pengurangan	$Q = a - b$	$\Delta q = \Delta a + \Delta b$
	Perkalian	$R = a \times b$	$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pembagian	$S = a : b$	$\frac{\Delta s}{s} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pangkat	$T = a^n$	$\frac{\Delta t}{t} = n \frac{\Delta a}{a}$

Kesalahan dari nilai rata-rata tersebut terhadap nilai sebenarnya besaran x (yang tidak mungkin kita ketahui nilai benarnya x_0) dinyatakan oleh **standar deviasi**.

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n x_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n x_j\right)^2}{n(n-1)}} \quad (1.9)$$

Sehingga, dapat dinyatakan bahwa nilai benar dari besaran x terletak dalam selang $(\bar{x} - s_x)$ sampai $(\bar{x} + s_x)$. Jadi penulisannya adalah $x = \bar{x} \pm s_x$.

Angka Berarti (significant figures)

Angka berarti (AB) menunjukkan jumlah digit angka yang akan dilaporkan pada hasil akhir pengukuran. AB berkaitan dengan ketidakpastian relatif (dalam %). Semakin kecil ketidakpastian relative maka semakin tinggi mutu pengukuran atau sebaliknya. Aturan sederhana dalam penulisan adalah sebagai berikut :

$$AB = 1 - \log(KTP_{relatif}) \quad (1.10)$$

Sebagai contoh hasil pengukuran untuk beberapa nilai angka berarti dapat dilihat pada Tabel.1

Tabel 2. Contoh Penulisan Angka Berarti

Nilai Terukur	KTP relative (%)	AB	Hasil penulisan
$1,202 \times 10^3$	0,1	4	$(1,202 \pm 0,0001) \times 10^3$
	1	3	$(1,202 \pm 0,001) \times 10^3$
	10	2	$(1,202 \pm 0,01) \times 10^3$

1.5 Metode Percobaan

Didalam laboratorium, Anda akan diberikan alat ukur dasar seperti penggaris, jangka sorong, stopwatch, micrometer skrup, neraca teknis. Percobaan yang dilakukan yaitu anda diminta mengukur dimensi ,volume dan massa suatu balok atau silinder atau bola dan menentukan temperature suatu benda cair.

Prosedur Percobaan :

A. NST alat ukur

Menentukan NST alat ukur yang digunakan untuk percobaan ini, seperti micrometer sekrup, jangka sorong, penggaris/mistar, thermometer, neraca teknis, busur derajat, dan stop watch.

B. Dimensi dan massa benda

Benda uji balok dan silinder yang terdiri dari berbagai jenis bahan zat padat diukur dimensinya pada 5 tempat yang berbeda dengan menggunakan minimal 2 jenis alat ukur.

Untuk bola (kelereng) gunakan micrometer sekrup untuk menentukan diameternya sebanyak 10 kali ditempat yang berbeda.

Sedangkan untuk menentukan massa suatu benda uji digunakan neraca teknis dan NST alat ukur pun digunakan sebagai data

C. Pengukuran lainnya

Untuk pengukuran suatu benda cair digunakan thermometer dan menentukan durasi suatu aktivitas gunakanlah stopwatch. Lakukan pengukuran tunggal (mutlak dan relatif)

1.6 Laporan

- 1) Tabulasikan data dimensi untuk masing-masing benda uji berupa balok yang diukur (p, l, t ataupun silinder/bola untuk diameternya menggunakan pengukuran yang berulang menggunakan standar deviasi (hasil hanya disajikan menggunakan teknik ketidakpastian mutlak). Begitu juga untuk pengukuran tunggal pada pengukuran massa dan suhu menggunakan nilai $\frac{1}{2}$ NST-nya.
- 2) Tentukan volume dari masing-masing benda uji serta ketidakpastiannya menggunakan perambatan ketidakpastian (nilai volume dengan KTP mutlaknya). Kemudian tentukan juga nilai volume tersebut dalam KTP relative (gunakan konsep angka berarti = AB)

-
- 3) Tentukan juga massa jenis dari masing-masing benda uji serta ketidakpastiannya menggunakan perambatan ketidakpastian (nilai volume dengan KTP mutlaknya). Kemudian tentukan juga nilai volume tersebut dalam KTP relative (gunakan konsep angka berarti = AB)

Modul 2 : Archimedes dan Massa Jenis

2.1 Latar Belakang

Massa jenis merupakan nilai yang menunjukkan besarnya perbandingan antara massa benda dengan volume benda tersebut, massa jenis suatu benda bersifat tetap artinya jika ukuran benda diubah massa jenis tidak berubah.

Zat atau materi adalah sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Ada beragam jenis zat, salah satu yang membedakan adalah massa jenisnya. Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama jenis lebih rendah.

Pengukuran massa jenis dengan benda yang beraturan seperti balok dan silinder dapat dilakukan dengan menggunakan rumus hubungan antara massa dan volume, namun tidak semua benda dapat dengan mudah ditentukan volumenya, terutama untuk benda yang tidak memiliki bentuk yang beraturan

2.2 Tujuan Percobaan

- Menentukan gaya ke atas menurut hukum Archimedes
- Menentukan massa jenis suatu benda yang beraturan menggunakan hukum Archimedes
- Menentukan massa jenis benda yang tidak beraturan menggunakan hukum Archimedes

2.3 Peralatan dan Bahan

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| — Benang/tali | — Benda uji padat beraturan |
| — Neraca lengan | — Benda uji tidak beraturan |
| — Air murni secukupnya | (misal agregat batu) |
| — Neraca pegas | — Gelas beker |
| — statif | — Bejana luber |

2.4 Teori Dasar

Massa jenis benda sering disebut dengan kerapatan benda dan merupakan ciri khas setiap jenis benda. Massa jenis tidak tergantung pada jumlah benda. Apabila jenisnya sama maka nilai massa jenisnya juga sama. Misalnya, setetes air dan seember air mempunyai nilai massa jenis sama yaitu 1 gram/cm³. Berbagai logam memiliki nilai massa jenis besar dikarenakan atom-atom dalam susunan molekulnya memiliki kerapatan yang besar.

Massa jenis dilambangkan dengan simbol ρ (dibaca rho), salah satu huruf Yunani.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Keterangan :

ρ = massa jenis (kg/m³ atau g/cm³)

m = massa benda (kg atau gram)

V = volume benda m³ atau cm³)

Tabel 3 . Massa Jenis Berbagai Zat

No	Nama Zat	Massa Jenis (g/cm ³)	Massa Jenis (kg/m ³)
1.	Air (suhu 4°C)	1	1.000
2.	Alkohol	0,8	800
3.	Air raksa/mercury	13,6	13.600
4.	Aluminium	2,7	2.700
5.	Besi	7,9	7.900
6.	Emas	19,3	19.300
7.	Es	0,92	920
8.	Kuningan	8,4	8.400
9.	Perak	10,5	10.500
10.	Platina	21,45	21.450
11.	Seng	7,14	7.140

Massa jenis atau kerapatan suatu fluida dapat bergantung pada banyak faktor seperti temperatur fluida dan tekanan yang mempengaruhi fluida. Akan tetapi pengaruhnya sangat sedikit sehingga massa jenis suatu fluida dinyatakan sebagai konstanta/bilangan tetap.

A. Tekanan pada Fluida

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dimana F dipahami bekerja tegak lurus terhadap permukaan (A)

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Dengan satuan SI untuk tekanan adalah N/m^2 atau dikenal dengan nama Pascal sehingga $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Konsep tekanan terutama berguna dalam membahas fluida dimana setiap titik pada fluida yang diam, besarnya tekanan dari seluruh arah tetap sama untuk kedalaman tertentu. Sifat fluida yang berada dalam keadaan diam adalah bahwa gaya yang disebabkan oleh tekanan fluida selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan yang bersentuhan dengannya. Jika ada komponen gaya yang sejajar dengan permukaan yang padat, maka menurut Hukum Newton II, cairan akan bergerak sebagai tanggapan atas gaya tersebut. Komponen seperti ini akan menyebabkan fluida mengalir. Dengan demikian gaya yang disebabkan tekanan selalu tegak lurus terhadap permukaan.

Tekanan yang disebabkan oleh zat cair pada kedalaman (h) disebabkan oleh berat kolom zat cair di atasnya. Dengan demikian gaya yang bekerja pada luas tersebut adalah

$$F = m \times g = \rho \times A \times h \times g \quad (2.3)$$

Sehingga diperoleh hubungan :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$
$$P = \rho \cdot h \cdot g$$
$$(2.4)$$

Dengan demikian, tekanan pada kedalaman yang sama dalam zat cair yang sama adalah sama.

B. Hukum Archimedes

Ketika suatu benda dimasukkan ke dalam air, ternyata beratnya seolah-olah berkurang. Hal ini terlihat dari penunjukkan neraca pegas yg lebih kecil. Peristiwa ini tentu bukan berarti ada massa benda yang hilang, namun disebabkan oleh suatu gaya yang mendorong benda yang arahnya berlawanan dengan arah berat benda.



Gambar 5. Benda Ditimbang dengan Neraca Pegas

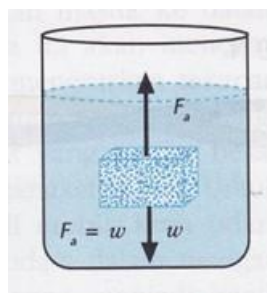
Bila suatu benda dimasukkan ke dalam air, ternyata beratnya seolah-olah berkurang. Hal ini terlihat dari penunjukkan neraca pegas yg lebih kecil. Peristiwa ini tentu bukan berarti ada massa benda yg hilang, namun disebabkan oleh suatu gaya yg mendorong benda yg arahnya berlawanan dengan arah berat benda.

Pada dasarnya, ketika benda ditimbang diudara dan didalam air maka hasilnya adalah berbeda. Berat diudara akan lebih besar daripada berat didalam air. Karena jika benda dimasukkan kedalam air maka benda akan dikenai gaya yang arahnya keatas atau berlawanan dengan arah gaya berat. Gaya ini dinamakan dengan gaya keatas atau gaya apung. Pada Gambar.6, nilai F_a menyatakan gaya keatas dan w menyatakan gaya berat. Besar gaya ke atas dijelaskan oleh hukum Archimedes yang berbunyi: "**sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya kedalam zat cair maka akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut**". Jadi, jika dibuat persamaan:

$$F_A = w = m \cdot g \quad (2.5)$$

Karena $\rho = m/V$, maka :

$$F_A = \rho_f \cdot V \cdot g \quad (2.6)$$



Gambar 6. Benda yang melayang pada suatu fluida

Sebuah benda ditimbang dengan neraca pegas (Gambar.5). Ketika benda ditimbang sambil dicelupkan ke dalam zat cair, ternyata berat benda itu berkurang dibanding ketika ditimbang di udara. Sesungguhnya benda yang dicelupkan ke dalam zat cair tidak berkurang beratnya. Gaya berat benda itu sebenarnya tetap, tetapi pada saat dicelupkan kedalam zat cair, ada gaya ke atas yang dikerjakan zat cair terhadap benda, sehingga berat benda seolah-olah berkurang.

C. Menentukan massa jenis dengan Prinsip Archimedes

Massa jenis atau kerapatan suatu fluida dapat bergantung pada banyak faktor seperti temperatur fluida dan tekanan yang mempengaruhi fluida. Akan tetapi pengaruhnya sangat sedikit sehingga massa jenis suatu fluida dinyatakan sebagai konstanta/bilangan tetap.

Untuk menghitung gaya apung dari benda yang dicelupkan ke dalam zat cair digunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_A = W_{udara} - W_{air} \quad (2.7)$$

Apabila $\rho_{benda} = m/V$, maka :

$$\rho_b = \frac{m}{V} = \frac{w/g}{F_a/\rho_f \cdot g} = \frac{w \cdot \rho_f}{F_a} \quad (2.8)$$

2.5 Metode Percobaan

Dalam kegiatan praktikum di laboratorium dilakukan 2 percobaan yaitu pengujian untuk menentukan massa jenis suatu benda menggunakan prinsip hukum Archimedes dan pengujian kedua adalah menentukan massa jenis suatu fluida dengan neraca pegas.

A. Percobaan 1 : menentukan massa jenis benda padat beraturan dan tak beraturan

Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- Mengikat sebuah benda dengan benang dan mengikatkan benang tersebut kepada neraca lengan kemudian mengukur massa benda tersebut (m_1) gram
- Memasukkan benda ke dalam gelas beker yang telah terisi air yang diketahui massa jenisnya (dalam hal ini digunakan air murni). Kemudian timbang massa benda tersebut saat dalam keadaan melayang, catat nilai tersebut sebagai m_2 .
- Ulangi langkah tersebut untuk berbagai jenis benda lainnya.



Gambar 7. Skema pengujian metode 1 Hukum Archimedes

B. Percobaan 2 :menentukan massa jenis fluida dengan menggunakan neraca pegas

- Ambil salah satu benda uji yang telah diketahui massa jenisnya.
- Kaitkan beban dengan neraca pegas, catatlah berat beban ketika di udara (w_{bu}) dengan membaca skala yang ditunjukkan pada neraca pegas.
- Masukkan rangkaian beban dan neraca pegas ke dalam air, catatlah berat beban ketika berada di dalam suatu fluida (w_{bf})
- Hitunglah besar gaya apung (F_a) dari beban tersebut. Catatlah hasil percobaan pada tabel percobaan seperti di bawah ini. Lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar mendapatkan data yang benar.
- Tentukan massa jenis dari fluida tersebut.
- Setelah diketahui massa jenisnya, ambillah suatu sampel benda padat yang lain untuk menentukan massa jenisnya dengan menggunakan fluida tersebut. Lakukan dengan cara yang sama menggunakan neraca pegas.
- Bandingkan hasilnya dengan pengujian terdahulu.

2.6 Pelaporan

- 1) Bandingkan hasil penentuan massa jenis yang telah dilakukan pada modul pertama dengan hasil perhitungan massa jenis yang diperoleh dengan menggunakan prinsip Archimedes. Diskusikan dengan teman kelompok Anda, mana metode pengujian yang lebih baik (beri alasannya)
- 2) Menentukan massa jenis suatu fluida dengan menggunakan data suatu sampel yang telah diketahui massa jenisnya. Bandingkan jawaban anda dengan massa jenis yang sesungguhnya.
- 3) Setelah diketahui massa jenis fluida tersebut. Gunakan data tersebut untuk menentukan massa jenis suatu benda padat dari sampel yang telah diuji. Bandingkan nilai massa jenis tersebut dengan hasil pengujian terdahulu.

Modul 3 : Osilasi Harmonik Sederhana (Pegas)

3.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai bahan, misalnya karet, kawat tembaga, pegas, kayu, nilon, plastik. Bahan-bahan tersebut dapat digolongkan menjadi bahan elastis dan tidak elastis. Benda elastis adalah benda yang dapat kembali ke bentuk semula setelah gaya yang mengubah bentuknya dihilangkan. Sedangkan benda yang tidak elastis adalah benda yang tidak kembali ke bentuk semula setelah gaya yang mengubah benda dihilangkan.

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa pegas adalah benda elastis. Pegas dapat diterapkan dalam berbagai bentuk dan dalam banyak konstruksi. Sifat pegas yang terpenting adalah kemampuannya menerima kerja melalui perubahan bentuk elastis ketika mengendur.

3.2 Tujuan Percobaan

- a) Menentukan tetapan pegas dan massa efektif pegas dengan melaksanakan percobaan ayunan pegas yang dibebani
- b) Menentukan percepatan gravitasi dengan mengukur perpanjangan pegas yang dibebani

3.3 Peralatan dan Bahan

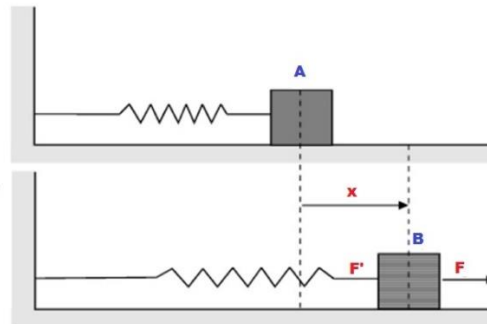
- Statif
- Skala pelengkap statif
- Pegas spiral
- Beban tambahan
- stopwatch

3.4 Teori Dasar

Dalam modul ini, kita akan mempelajari suatu jenis gerak yang sering dijumpai sehari-hari, yaitu getaran atau gerak osilasi atau gerak harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak balik suatu benda di sekitar posisi seimbangnya, yang disebabkan oleh adanya *gaya restorsi* (gaya Hooke) seperti gerak yang terjadi pada pegas atau bandul.

A. Hukum Hooke dan Getaran

Setiap sistem yang memenuhi hukum Hooke akan bergetar dengan cara yang unik dan sederhana yang disebut dengan *gerak harmonik sederhana*. Seperti yang dapat kita lihat dari perilaku pegas pada Gambar. 8. Bila ditinjau benda B saja, yang berada dalam kesetimbangan, tentulah ada gaya F' yang dilakukan pegas pada benda B, gaya F' ini sama besar namun berlawanan arah dengan gaya F . untuk simpangan x kecil, maka gaya luar yang dibutuhkan berbanding lurus dengan x . Andaikan gaya luar F diiadakan maka benda akan ditarik oleh gaya F' sehingga benda akan bergerak ke kiri sejauh x pula. Jika tidak ada gaya lain (umpamanya gaya gesek) maka benda ini akan terus menerus bergerak ke kiri dan ke kanan sejauh x dari posisi setimbangnya semula. Ini yang disebut dengan getaran atau **gerak harmonik sederhana** dan F' adalah **gaya Hooke**.

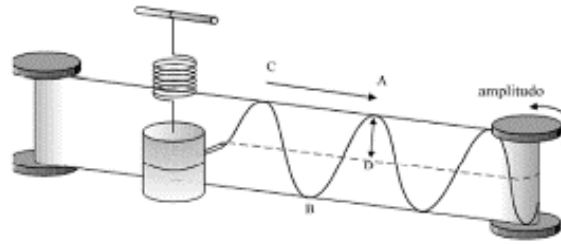


Gambar 8. Sistem Pegas

- Pegas dan benda berada dalam keadaan setimbang tanpa pengaruh gaya luar
- Bila gaya luar F bekerja pada sistem maka kesetimbangan akan tercapai bila pegas teregang sejauh x .

Jika beban bermassa m kita gantungkan pada pegas dalam posisi vertikal, maka keseimbangan akan dicapai setelah pegas mengalami perpanjangan x_0 . Bila beban ditarik dari kedudukan setimbangnya lalu dilepaskan maka benda di ujung pegas ini akan bergetar (berosilasi). Perilaku beban secara umum terlihat pada Gambar.9 dimana diperlihatkan massa di ujung pegas meninggalkan jejak kertas yang memperlihatkan bagaimana massa itu berosilasi ke atas dan ke bawah.

Gerak getar sistem yang memenuhi hukum Hooke seperti sistem pegas dan benda di atas disebut *gerak harmonik sederhana*. Akan kita lihat nanti bahwa kurva yang dibentuk oleh massa di atas selama bergetar berbentuk *sinusoidal*.



Gambar 9. Gerak periodic atau getaran

B. Gerak Harmonik Sederhana

Kita akan menerapkan hukum II Newton pada benda yang mengalami gerak harmonic sederhana ini, dengan F adalah gaya Hooke, yaitu :

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

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (3.2)$$

Persamaan ini menyatakan hubungan x dan t tetapi mengandung suku dalam bentuk diferensial dan disebut persamaan diferensial. Jika kita ingin mencari solusinya, artinya ingin mencari suatu fungsi yang menyatakan kedudukan benda (x) dan memenuhi persamaan diferensial di atas. Jelas bahwa x adalah fungsi waktu yang bila diturunkan (didiferensialisasikan) dua kali terhadap t menghasilkan $-k/m$ kali fungsi yang sama (sebelum diturunkan). Disamping itu fungsi tersebut bila dibuatkan grafiknya terhadap waktu mestilah berbentuk fungsi sinus atau cosinus, solusinya dapat dituliskan sebagai :

$$x(t) = A \cos(\omega t - \varphi) = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t) \quad (3.3)$$

$$\text{dengan } a = A \cos \varphi \text{ dan } b = A \sin \varphi$$

Konstanta a dan b memungkinkan solusi dari persamaan gerak harmonic sederhana tersebut di atas dengan tetapan A dan φ masih belum ditentukan. Ini berarti ada berbagai kemungkinan macam gerak harmonic sederhana ini yang bergantung pada nilai A dan φ .

3.5 Prosedur Percobaan

A. Menentukan Tetapan pegas dengan metode pembebanan

- Ukur panjang pegas tanpa beban.
- Gantungkan pegas pada statif dan berikan beban m pada ujung bawah pegas. Catat panjang pegas akibat penambahan beban tersebut.
- Lakukan percobaan 2 dengan massa yang berbeda-beda (penambahan beban setiap 10 gram)

- Inputkan hasil pengamatan pada tabel .
- Buat grafik hubungan antara F dan Δx

B. Menentukan Tetapan pegas dengan metode osilasi/getaran

Telah kita lihat bahwa ω dan periode getaran pegas bergantung pada massa beban dan tetapan pegas sebagai berikut :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T} \quad (3.4)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ atau } T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m \quad (3.5)$$

Jadi bila kita gantungkan beban yang telah diketahui massa nya pada pegas lalu kita getarkan dan diukur pula periodenya, kita dapat menentukan tetapan pegasnya. Ketelitian yang lebih tinggi dapat diperoleh bila percobaan seperti itu dilakukan berulang-ulang untuk beban yang berbeda-beda.

Prosedur percobaannya adalah dengan meletakkan pegas yang dibebani pada statif, kemudian simpangkan ke bawah lalu lepaskan agar terjadi gerak harmonik sederhana dan tentukan periodenya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti maka lakukan dengan beban yang berbeda-beda.

Langkah-langkah percobaannya adalah sebagai berikut :

- 1) Pegas yang dibebani digantung pada statif
- 2) Pada ujung pegas beri beban awal dengan massa m_0 .
- 3) Simpangkan sedikit ke bawah ($\pm 1-2$ cm) lalu lepaskan agar terjadi gerak harmonik
- 4) Ukur waktu yang diperlukan untuk melakukan 10 dan 20 kali getaran sempurna.
Hitungan ke satu saat benda kembali ke posisi awal. Lakukan dengan 5 kali percobaan untuk massa beban yang sama. Lalu buat nilai rata-ratanya.
- 5) Ulangi prosedur 3 dan 4 dengan beban yang berbeda massanya (penambahan beban setiap 5 gram)
- 6) Input semua hasil pengamatan ke dalam tabel.
- 7) Dari data yang diperoleh gambarkan grafik hubungan antara periode getaran pegas sebagai fungsi dari massa beban. Berdasarkan grafik akan diperoleh persamaan garis lurus
- 8) Ukur gradien grafik dan hitung nilai konstanta pegasnya

C. Menentukan percepatan gravitasi

Dengan membebani pegas (yang telah diketahui tetapan pegasnya) dengan beban yang telah diketahui massanya serta mengukur perpanjangan pegas yang dihasilkan kita dapat menentukan besarnya percepatan gravitasi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pembebanan dilakukan beberapa kali, mula-mula dengan melakukan penambahan beban satu per satu dan kemudian mengurangi beban satu per satu. Dengan demikian untuk setiap beban kita mengukur perpanjangan pegas dua kali. Untuk itu kita ambil nilai rata-ratanya.

Langkah-langkah percobaannya :

- 1) Mula-mula letakkan pegas yang sudah ditentukan nilai k -nya dalam keadaan tanpa beban.
- 2) Berikan beban dengan massa yang telah ditentukan
- 3) Tunggu sampai kira-kira 10 detik , lalu baca posisinya.
- 4) Lakukan penambahan beban setiap 5 gram hingga 10 kali , catat posisinya.
- 5) Kurangi beban secara bertahap dan baca posisinya
- 6) Catat hasil pengamatan dalam tabel
- 7) Dari data yang diperoleh dapat dibuat grafik antara simpangan terhadap beban lalu tentukan percepatan gravitasinya.

3.6 Pelaporan

- 1) Bandingkan nilai tetapan pegas yang diperoleh dengan metode statis/pembebanan dan metode osilasi. Diskusikan dengan kelompok Anda , metode mana yang paling baik ? jelaskan.
- 2) Perhitungan tetapan pegas dengan metode osilasi dilakukan dengan pengukuran waktu bergetar untuk 10 kali getaran dan 20 kali getaran. Bagaimana hasil pengamatan kelompok Anda? Mana yang lebih baik ?

Modul 4 : Osilasi Harmonik Sederhana (Bandul Matematis)

4.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak dapat terlepas dari getaran, dimana getaran adalah gerak bolak-balik secara berkala melalui satu titik kesetimbangan. Selain yang telah dipelajari dalam modul sebelumnya, yaitu gerak harmonik dengan prinsip pegas maka sekarang kita akan mempelajari gerak harmonik lainnya yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, yaitu bandul.

4.2 Tujuan Percobaan

- Menentukan periode gerakan bandul sederhana
- Menentukan percepatan gravitasi dengan metode ayunan bandul sederhana

4.3 Peralatan dan Bahan

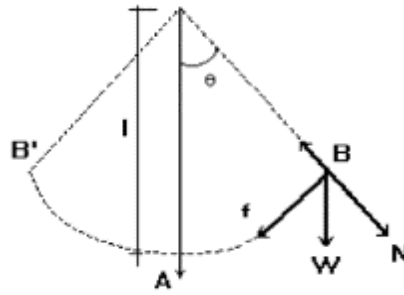
- Statif
- Skala pelengkap statif
- tali
- Bandul sederhana
- Stopwatch
- mistar

4.4 Teori Dasar

Pada bandul matematis, berat tali diabaikan dan panjang tali jauh lebih besar dari pada ukuran geometris dari bandul. Pada posisi setimbang, bandul berada pada titik A. Sedangkan pada titik B adalah kedudukan pada sudut simpangan maksimum (θ). Kalau titik B adalah kedudukan dari simpangan maksimum, maka gerakan bandul dari B ke A lalu ke B' dan kemudian kembali ke A dan lalu ke B lagi dinamakan satu ayunan. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu ayunan ini disebut periode (T).

Dengan mengambil sudut θ yang cukup kecil sehingga $BB' = \text{busur } BAB'$, maka dapat dibuktikan bahwa :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (4.1)$$



Gambar 10. Gerak bandul sederhana

4.5 Prosedur Percobaan

Langkah-langkah percobaan yang dilakukan adalah :

- Ambil panjang tali tertentu secukupnya lalu ikatkan bandul kemudian gantungkan ke statif
- Ayunkan bandul dengan sudut simpangan yang cukup kecil (ambil $\theta = 10^\circ$) lalu hitung waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 20 ayunan. Lakukan minimal 2 kali percobaan untuk mencari waktu rata-ratanya
- Ulangi langkah a dan b dengan panjang tali yang berbeda (minimal 6 panjang tali yang berbeda)
- Ulangi langkah a sampai c dengan massa bandul yang berbeda

4.6 Pelaporan

- Tentukan percepatan gravitasi dengan metode least square
- Diskusikan dengan kelompok anda, apakah pengaruh dari panjang tali dan massa benda yang berbeda terhadap hasil penentuan percepatan gravitasi ?

Modul 5 : Pesawat Atwood

5.1 Latar Belakang

Pesawat Atwood terdiri dari dua buah massa M_1 dan M_2 yang digantungkan pada ujung-ujung seutas tali yang dilewatkan melalui katrol atau sistem katrol. Tali sebagai penghubung dan katrol cukup ringan dan massanya dapat diabaikan. Alat ini digunakan untuk mempelajari gerak sebuah benda, di antaranya menguji hukum-hukum gerak Newton dan mengukur besar percepatan gravitasi g .

Biasanya M_1 dibuat sama dengan M_2 , misalkan M . Pada pesawat ini dapat diamati dua jenis gerak, yaitu gerak linier dan gerak rotasi. Gerak linier yang dapat diamati adalah Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Gerak rotasi adalah gerak katrol melalui porosnya. Untuk gerak rotasi katrol, momen inersia katrol perlu diperhitungkan. Akan tetapi, dalam hal massa benda-benda yang tergantung pada tali jauh lebih besar daripada massa katrol, momen inersia katrol dapat diabaikan. Dalam hal yang demikian, persamaan gerak sistem menjadi lebih sederhana.

Dalam hal momen inersia katrol tidak dapat diabaikan, momen inersia katrol harus masuk ke dalam massa sistem dalam bentuk "massa ekuivalen" katrol. Bila r jari-jari efektif katrol, massa ekuivalen m_k katrol sama dengan I/r^2 sehingga pada gerak sistem ini akan berlaku gerak yang ekuivalen dengan persamaan gerak linier.

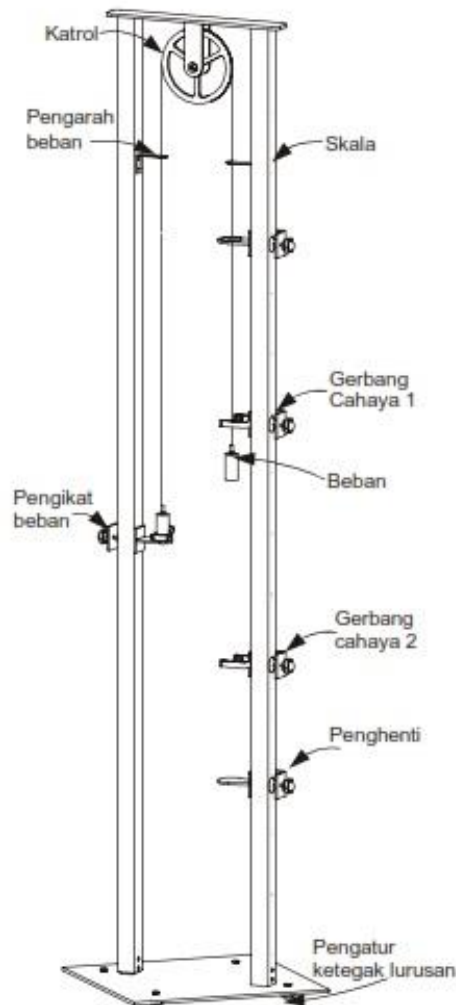
5.2 Tujuan Percobaan

- Menyelesaikan permasalahan tentang gerak translasi dan rotasi dengan menggunakan Hukum Newton.
- Melakukan percobaan Atwood untuk memperlihatkan berlakunya hukum Newton dan menghitung inersia katrol

5.3 Peralatan dan Bahan

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| — Type Atwood bertiang ganda. | — Penahan beban berlubang dan tanpa |
| — Tinggi tiang: 150 cm. | lubang (bahan :baja) |
| — Katrol: diameter 12 cm, bahan | — Pemegang beban dengan pegas. |
| plexiglas. | — Timer Counter AT-01 |
| — Tali penggantung : bahan nylon. | — Gerbang cahaya |
| — Beban bercelah | — Kertas milimeter |

— Jangka Sorong



Gambar 11. Pesawat Atwood

5.4 Teori Dasar

Pesawat Atwood merupakan alat eksperimen yang digunakan untuk mengamati hukum mekanika gerak yang berubah beraturan. Alat ini mulai dikembangkan sekitar abad ke-18 untuk mengukur percepatan gravitasi g . Dalam kehidupan sehari-hari kita bisa menemui penerapan pesawat Atwood pada cara kerja lift. Sederhananya alat ini tersusun atas seutas tali yang dihubungkan dengan sebuah katrol, dimana pada ujung tali dikaitkan massa beban m_1 dan m_2 . Jika massa benda m_1 dan m_2 sama ($m_1 = m_2$), maka keduanya akan diam. Akan tetapi jika massa benda m_2 lebih besar dari pada massa benda m_1 ($m_2 > m_1$), maka massa m_1 akan tertarik oleh massa benda m_2 .

Hukum yang berlaku dalam percobaan ini adalah :

A. Hukum I Newton

Hukum I Newton menyatakan “Sebuah benda akan berada dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan apabila resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol”.

$$\Sigma F = 0 \quad (5.1)$$

Hal ini menjelaskan bahwa jika suatu benda mula-mula diam maka benda selamanya akan diam. Benda hanya akan bergerak jika pada suatu benda itu diberi gaya luar. Sebaliknya, jika benda sedang bergerak maka benda selamanya akan bergerak, kecuali bila ada gaya yang menghentikannya.

Konsep Gaya dan Massa yang dijelaskan oleh Hukum Newton yaitu Hukum I Newton mengungkap tentang sifat benda yang cenderung mempertahankan keadaannya atau dengan kata lain sifat kemalasan benda untuk mengubah keadaannya (Hukum kelembaman)

B. Hukum II Newton

“Setiap benda yang dikenai gaya maka akan mengalami percepatan yang besarnya berbanding lurus dengan besarnya gaya dan berbanding terbalik dengan besarnya massa benda.”

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (5.2)$$

Kesimpulan dari persamaan di atas yaitu arah percepatan benda sama dengan arah gaya yang bekerja pada benda tersebut. Besarnya percepatan sebanding dengan gayanya. Jadi bila gayanya konstan, maka percepatan yang timbul juga akan konstan. Bila pada benda bekerja gaya, maka benda akan mengalami percepatan, sebaliknya bila kenyataan dari pengamatan benda mengalami percepatan maka tentu akan ada gaya yang menyebabkannya.

C. Hukum III Newton

Hukum III Newton menyatakan bahwa “Apabila benda pertama mengerjakan gaya pada benda kedua (disebut aksi) maka benda kedua akan mengerjakan gaya pada benda pertama sama besar dan berlawanan arah dengan gaya pada benda pertama (reaksi).”

Secara matematis dinyatakan dengan persamaan :

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (5.3)$$

Suatu pasangan disebut aksi reaksi apabila memenuhi syarat : sama besar, berlawanan arah, bekerja pada garis kerja yang sama, tidak saling meniadakan, dan bekerja pada benda yang berbeda.

D. Gerak Translasi

Gerak lurus adalah gerak suatu obyek yang lintasannya berupa garis lurus. Dapat pula jenis gerak ini disebut sebagai suatu translasi beraturan. Pada rentang waktu yang sama terjadi perpindahan yang besarnya sama. Gerak lurus dapat dikelompokkan menjadi gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan yang dibedakan dengan ada dan tidaknya percepatan.

- **Gerak Lurus Beraturan (GLB)**

Merupakan gerak lurus yang kelajuannya konstan, artinya benda bergerak lurus tanpa ada percepatan atau $a = 0 \text{ m/s}^2$. Secara matematis gerak lurus beraturan dapat dirumuskan sebagai berikut :

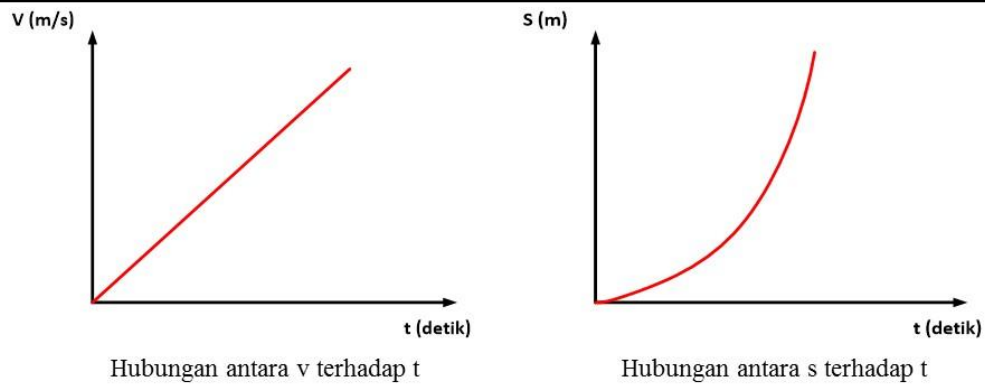
$$v = s/t \quad (5.4)$$

- **Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)**

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak lurus suatu obyek, dimana kecepatannya berubah terhadap waktu akibat adanya percepatan yang tetap. Akibat adanya percepatan rumus jarak yang ditempuh tidak lagi linier melainkan kuadratik. Dengan kata lain benda yang melakukan gerak dari keadaan diam atau mulai dengan kecepatan awal akan berubah kecepatannya karena ada percepatan ($= +$) atau perlambatan ($= -$). Pada umumnya GLBB didasari oleh Hukum Newton II ($\sum F = ma$).

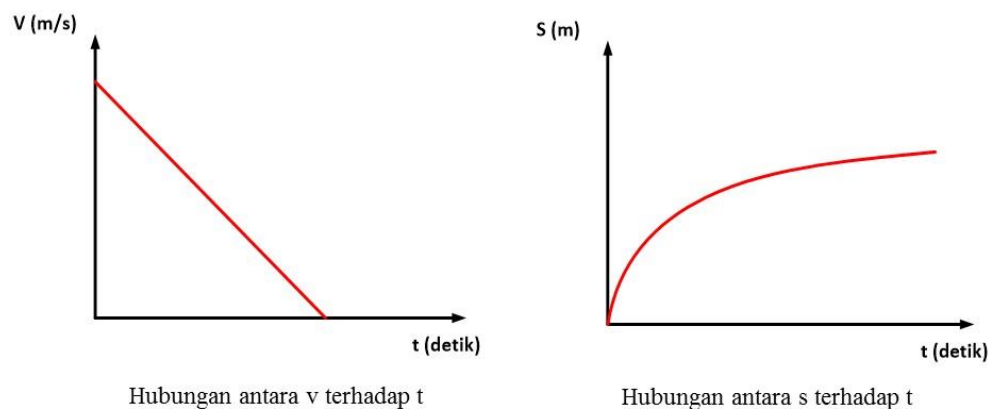
GLBB dibagi menjadi 2, yaitu :

- a) **GLBB dipercepat**, GLBB yang kecepatannya makin lama makin cepat, contoh GLBB dipercepat adalah gerak buah dari pohonnya.



Gambar 12. Grafik Gerak Lurus Berubah Beraturan (dipercepat)

- b) **GLBB diperlambat**, GLBB yang kecepatannya makin lama makin kecil (melambat). Contohnya adalah gerak benda dilempar ke atas.



Gambar 13. Grafik Gerak Lurus Berubah Beraturan (diperlambat)

Pada umumnya GLBB didasari oleh Hukum II Newton ($\Sigma F = ma$)

$$v_t = v_0 \pm 2 at \quad (5.4)$$

$$v_t^2 = v_0^2 \pm 2 as \quad (5.5)$$

$$s = v_0 t \pm \frac{1}{2} at^2 \quad (5.6)$$

E. Gerak Rotasi

Gerak melingkar atau gerak rotasi merupakan gerak melingkar suatu benda pada porosnya pada suatu lintasan melingkar. Bila sebuah benda mengalami gerak rotasi melalui

porosnya, ternyata pada gerak ini akan berlaku persamaan gerak yang ekuivalen dengan persamaan gerak linier.

Momen inersia merupakan representasi dari tingkat kelembaman benda yang bergerak rotasi. Semakin besar momen inersia suatu benda, semakin malas dia berputar dari keadaan diam, dan semakin malas pula ia untuk mengubah kecepatan sudutnya ketika sedang berputar. Sebagai contoh, dalam ukuran yang sama sebuah silinder yang terbuat dari sebuah besi memiliki momen inersia yang lebih besar daripada silinder kayu. Hal ini bisa diperkirakan karena terasa lebih berat lagi bagi kita untuk memutar silinder besi dibandingkan dengan memutar silinder kayu.

Momen inersia pada gerak rotasi bisa dianalogikan dengan massa pada gerak translasi. Sedangkan gaya pada gerak translasi dapat dianalogikan dengan momen gaya pada gerak translasi. Jika gaya menyebabkan timbulnya percepatan pada gerak translasi maka momen gaya itulah yang menyebabkan timbulnya percepatan sudut pada gerak rotasi. Saat kita memutar sebuah roda atau membuka daun pintu, saat itu kita sedang memberikan momen gaya pada benda-benda tersebut. Dengan memanfaatkan pengertian momen gaya, kita dapat mengadaptasi Hukum II Newton untuk diterapkan pada gerak rotasi.

Dengan menganalogikan gaya dengan momen gaya, massa dengan momen inersia, dan percepatan dengan percepatan sudut, akan kita temukan hasil adaptasi dari Hukum II Newton dalam gerak rotasi sebagai berikut :

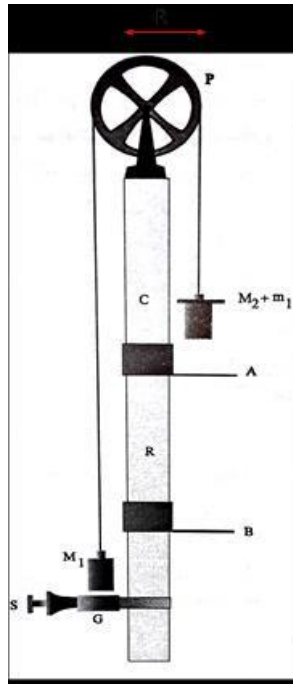
$$\tau = I\alpha \quad (5.6)$$

5.5 Prosedur Percobaan

A. Skema Alat

Pesawat Atwood yang terdiri dari : (Gambar.14)

- Tiang berskala R yang pada ujung atasnya terdapat katrol p
- Tali penggantung yang massanya dapat diabaikan.
- Dua beban M_1 dan M_2 berbentuk silinder dengan massa sama masing-masing M yang diikatkan pada ujung-ujung tali penggantung.
- Dua beban tambahan dengan massa masing-masing m_1 dan m_2 .
- Genggaman G dengan pegas S, penahan beban B, penahan beban B, penahan beban tambahan A yang berlubang.



Gambar 14. Skema Percobaan Pesawat Atwood

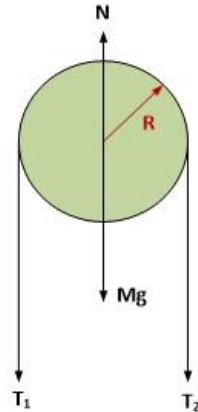
Bila suatu katrol hanya dapat berputar pada porosnya yang diam, maka gerakannya dapat dianalisis dengan menggunakan Gambar.15.

$$-T_1 - M_g - T_2 + N = 0 \quad (5.7)$$

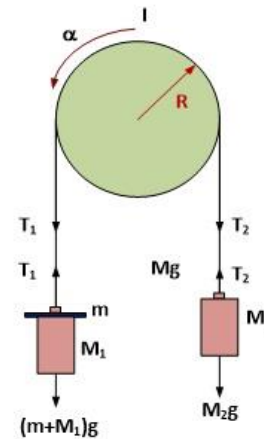
$$-T_1 R - T_2 R = I \alpha \quad (5.8)$$

$$\alpha = \frac{a}{R} \quad (5.9)$$

a adalah percepatan tangensial tepi katrol, dan percepatan ini sama dengan percepatan tali penggantung yang dililit pada katrol tanpa selip. Bila suatu benda digantungkan pada tali seperti Gambar.16 , maka percepatan benda adalah :



Gambar 15. Gaya-gaya pada Katrol



Gambar 16. Katrol dan Beban

$$a = \frac{(m+M_1)-M_2}{m+M_1+M_2+I/R^2} g \quad (5.10)$$

Jika massa memiliki beban tidak sama maka sistem akan bergerak lurus dipercepat beraturan. Dengan mengukur jarak yang ditempuh serta mengukur waktu yang diperlukan kita dapat menentukan percepatan beban dari percobaan.

Jika percepatan telah diketahui maka dengan menggunakan persamaan (5.10) kita dapat menghitung momen inersia katrol. Jika massa beban sama, maka sistem akan bergerak lurus beraturan atau diam (hukum I Newton), Jika ada awalnya sistem telah memiliki kecepatan m (dalam keadaan bergerak) maka kecepatan awal tersebut dapat ditentukan dengan mengukur jarak tempuh dan waktu tempuh benda.

B. Langkah Percobaan

- 1) Timbang massa beban M_1 , M_2 , m_1 dan m_2 .
- 2) Periksa apakah pesawat Atwood telah siap untuk digunakan.
 - a. Pastikan tiang tidak miring
 - b. Pastikan bahwa katrol dapat berputar dengan bebas
 - c. Gantungkan M_1 dan M_2 pada ujung-ujung tali dan kemudian pasang tali pada katrol.
 - d. Pastikan bahwa tali sejajar dengan tiang.

- e. Pasang M_1 pada genggaman G dan tambahkan beban m_1 pada M_2 . Lepaskan M_1 dengan menekan pegas S. Pastikan bahwa M_2 dapat melalui A tanpa terganggu dan hanya beban m_1 saja yang tertahan di A.
- 3) Ukur tinggi beban M_2 dan jari-jari katrol yang digunakan
 - 4) Pasanglah M_1 pada G dan tambahkan beban m_1 pada M_2 . Catat posisi A, B dan C pada keadaan ini. Lepaskan M_1 dari genggaman G dengan menekan pegas s. Catat waktu t_{AB} , yaitu waktu yang diperlukan oleh beban M_2 (setelah tambahan m_1 tersangkut di A) untuk menempuh jarak x_{AB} .
 - 5) Ulangi percobaan 4 dengan menggunakan beban $m_1 + m_2$.
 - 6) Ulangi percobaan 4 dan 5 dengan jarak x_{AB} yang berbeda (dengan mengubah kedudukan B, kedudukan A dan C tetap)
 - 7) Aturlah kedudukan A, B dan C (sebaiknya CA cukup jauh sedangkan AB dekat). Catat kedudukan C dan A. Pasang M_1 pada G dan tambahkan beban tambahan m_1 pada M_2 . Lepaskan M_1 dan G, catat waktu t_{CA} , yaitu waktu yang diperlukan beban $M_2 + m_1$ untuk menempuh jarak x_{CA} .
 - 8) Ulangi percobaan 8 dengan menambah beban $m_1 + m_2$.
 - 9) Ulangi percobaan 8 dan 9 untuk berbagai jarak x_{CA} yang berbeda.

5.6 Pelaporan

- 1) Buatlah grafik antara x_{AB} terhadap t_{AB} untuk setiap beban tambahan dari data yang diperoleh dari percobaan 3 sampai 6.
- 2) Dari grafik 1 tentukan kecepatan M_2 sesaat setelah melewati A untuk setiap beban tambahan.
- 3) Buat grafik antara x_{CA} terhadap t_{CA}^2 untuk setiap beban tambahan dari data yang diperoleh pada percobaan 7 sampai 9.
- 4) Dari grafik 3 tentukanlah percepatan M_2 untuk setiap beban tambahan.
- 5) Hitung momen inersia katrol

Modul 6 : Fluida Statis

6.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari kita tentu pernah melihat tukang bangunan yang sedang bekerja. Banyak sekali alat-alat yang digunakan tukang bangunan saat membuat sebuah rumah, gedung atau bangunan lainnya. Salah satu alat yang sering digunakan adalah waterpas. Waterpas berguna untuk mengetahui datar atau tidak suatu bangunan. Alat tersebut menggunakan hukum bejana berhubungan seperti halnya pipa U.

Pipa U adalah salah satu bejana berhubungan yang paling sederhana berbentuk huruf U. Bila pipa U diisi oleh sejenis zat cair tertentu, maka zat cair di kedua pipa mempunyai tinggi yang sama dan cairan dalam pipa U (air) bergerak dalam selang waktu tertentu dan menghasilkan suatu gerak harmonis. Jika zat cair dalam pipa U diletakkan pada posisi yang tidak sama tinggi lalu dilepaskan, maka zat cair dalam pipa U akan melakukan gerak harmonik sederhana, gerak naik turun di sekitar kedudukan seimbang.

6.2 Tujuan Percobaan

- Memahami hukum hidrostatika sebagai landasan untuk menentukan tekanan hidrostatik
- Menentukan massa jenis zat cair dengan pipa U (2 jenis zat cair dan 3 jenis zat cair)
- Menentukan massa jenis zat cair dengan alat hidrometer
- Membandingkan massa jenis zat cair hasil percobaan dengan literatur

6.3 Peralatan dan Bahan

- | | |
|-----------------|-------------|
| — Pipa U | — Aquades |
| — Pipet | — Alkohol |
| — Gelas piala | — Air raksa |
| — Kertas saring | |

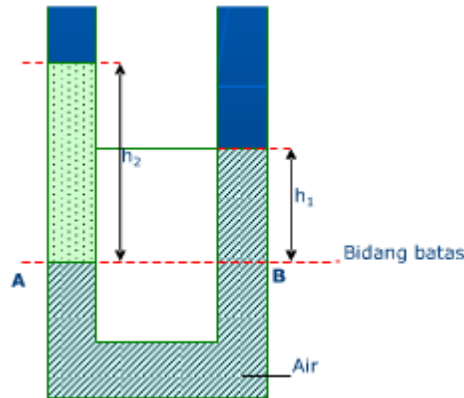
6.4 Teori Dasar

Dasar untuk menghitung massa jenis zat cair dengan Pipa-U adalah hukum Hidrostatika, yang menyatakan bahwa tekanan dalam zat cair pada bidang mendatar di mana-mana sama besarnya.

Besarnya tekanan dalam zat cair adalah :

$$P = \rho gh + P_0 \quad (6.1)$$

Dengan ρ adalah massa jenis zat cair, g adalah percepatan gravitasi, h adalah tinggi permukaan zat cair dan P_0 adalah tekanan udara luar.



Gambar 17. Pipa U dengan 2 zat cair

A. Pipa U dengan 2 zat cair

Bila Pipa-U diisi dengan 2 jenis zat cair (Gambar.17), maka zat cair 1 sebagai pembanding yang diketahui massa jenis (ρ_1) dan zat cair 2 yang akan ditentukan massa jenisnya (ρ_2) dimasukkan dalam kaki sebelah. Bila pada kedudukan tersebut tinggi permukaan zat cair 2 adalah h_2 . Menurut hukum hidrostatika, tekanan di titik A (P_A) sama dengan tekanan di titik B (P_B), atau:

$$P_A = P_B \quad (6.2)$$

Berdasarkan persamaan 6.1 dan 6.2, maka :

$$\rho_2 = \rho_1 \frac{h_1}{h_2} \quad (6.3)$$

B. Pipa U dengan 3 zat cair

Bila Pipa-U diisi dengan 3 jenis zat cair, kedudukan zat cair tersebut akan tampak seperti pada Gambar.18. Kedudukan dari zat cair ini tidak tetap, akan tetapi dapat berubah-ubah tergantung pada massa jenis dan tinggi permukaan zat cair 2 dan 3. Misalkan kedudukan seperti pada Gambar.18, menurut hukum hidrostatika: $P_A = P_B$.

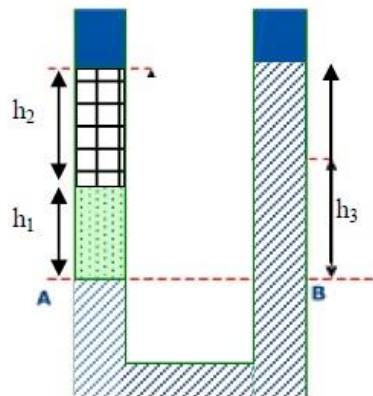
Dengan

$$P_A = \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 + P_0 \quad (6.4)$$

$$P_B = \rho_3 gh_3 + P_0 \quad (6.5)$$

Dari pers. 6.4 dan 6.5, maka persamaan 6.3 menjadi:

$$\rho_3 = \frac{\rho_1 h_1 - \rho_2 h_2}{h_3} \quad (6.6)$$



Gambar 18. Pipa U dengan 3 zat cair

6.5 Prosedur Percobaan

Pada percobaan di laboratorium ini dilakukan dengan 2 jenis percobaan, yaitu menggunakan 2 zat cair dan 3 zat cair.

A. Pipa-U dengan 2 jenis zat cair

- 1) Aturlah kedudukan Pipa-U sedemikian rupa sehingga letaknya tidak miring. Isilah pipa-U dengan air raksa ($\rho_1 = \rho_{\text{air raksa}} = 13,6 \text{ gr/cm}^3$).
- 2) Masukkan zat cair yang akan diselidiki (alkohol atau lainnya) ke dalam Pipa-U pada kaki yang lain.
- 3) Tentukan bidang batas permukaan zat cair. Ukurlah tinggi h_1 dan h_2 .
- 4) Hitung massa jenis zat cair yang diselidiki (ρ_2) dengan menggunakan persamaan (6.3).
- 5) Ulangi langkah 2–4 sebanyak 2 kali dengan merubah tinggi permukaan zat cair yang diselidiki (gunakan Pipet untuk memasukkan/mengeluarkan zat cair).
- 6) Keluarkan zat cair yang diselidiki sampai bersih, kemudian aturlah kembali kedudukan Pipa-U hingga permukaan air raksa menunjukkan skala yang sama (seimbang).

B. Pipa-U dengan 3 jenis zat cair

- 1) Air raksa (zat cair pembanding 1) dan aquades (zat cair pembanding 2) dimasukkan pada kaki kiri Pipa-U, zat cair yang diselidiki dimasukkan pada kaki kanan Pipa-U.
- 2) Tentukan bidang batas permukaan zat cair. Ukurlah tinggi h_1, h_2 , dan h_3 .
- 3) Hitung massa jenis zat yang diselidiki (ρ_3) dengan menggunakan persamaan (6.6).

-
- 4) Dengan merubah-rubah kedudukan permukaan zat cair 2 dan 3, ulangilah langkah 2-3 sebanyak 2 kali. Catat hasilnya.

6.6 Pelaporan

- Berapakah tekanan hidrostatik di titik A dan B dari masing-masing pengujian
- Buatlah perbandingan antara massa jenis zat cair hasil percobaan 1 dan 2 dengan massa jenis zat cair dari literature. Diskusikan dengan kelompok hasil dari percobaan tersebut.
- Bandingkan juga hasil pengukuran massa jenis zat cair dengan alat hidrometer. Bagaimana prinsip alat tersebut menurut kelompok Anda.

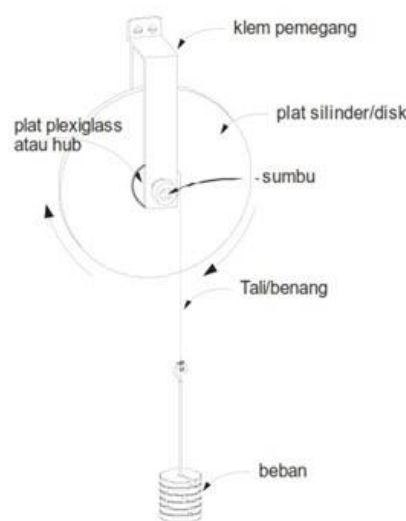
Modul 7 : Gerak Rotasi

7.1 Latar Belakang

Alat gerak rotasi digunakan untuk mengamati gerak rotasi pada sumbu putar yang tetap. Persamaan-persamaan gerak rotasi pada sumbu putar tetap banyak yang memiliki kemiripan dengan persamaan gerak translasi, gaya F dikaitkan dengan kecepatan linear benda. Analogi gaya untuk gerak rotasi adalah besaran yang disebut torka (momen gaya). Alat gerak rotasi terdiri dari silinder baja pejal, silinder ringan plexiglass, poros baja dan klem pemegang (Gambar.19). Poros baja didesain sedemikian rupa sehingga gesekan pada sumbu putar dapat dibuat sekecil mungkin. Untuk memutar cakram baja, seutas tali lemas dan ringan dililitkan keliling roda plexiglass ringan. Pada tali ini digantung sebuah benda bermassa m .

Alat ini digunakan untuk :

- Menentukan kecepatan sudut gerak rotasi.
- Menentukan percepatan sudut gerak rotasi
- Menentukan hubungan antara besar momen gaya dan percepatan sudut,
- Menentukan besar momen gaya akibat adanya gesekan pada sumbu putar dan
- Menentukan momen kelembaman silinder pejal (roda)



Gambar 19. Alat Rotasi

7.2 Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan dapat menentukan kecepatan sudut , percepatan sudut, momen gaya akibat gesekan pada poros dan momen inersia silinder

7.3 Peralatan dan Bahan

- Alat gerak rotasi terbuat dari baja
- Beban bercelah dan penggantung 250 gr
- Beban bercelah dan penggantung 5 x 5 gr
- Benang
- Stopwatch
- Alat ukur meteran
- timbangan

7.4 Teori Dasar

A. Analogi Gerak Translasi dan gerak rotasi

Pada gerak translasi, benda akan bergerak dengan percepatan a jika padanya diberikan gaya F , dan dengan menggunakan hukum Newton kedua tentang gerak, maka :

$$F = m.a \quad (7.1)$$

m adalah massa benda. Untuk gerak rotasi, benda akan bergerak dengan percepatan sudut α jika padanya diberikan momen gaya sebesar τ , dengan menggunakan analogi hukum Newton kedua tentang gerak .

$$\tau = I.\alpha \quad (7.2)$$

I adalah momen inersia benda. Momen inersia benda bergantung pada distribusi massa dan bentuk benda. Sebagai contoh, momen inersia silinder pejal I_{teori} dengan jari-jari R dan massa M berputar pada sumbunya adalah sebesar :

$$I_{teori} = \frac{1}{2}MR^2 \quad (7.3)$$

B. Kecepatan dan Percepatan pada Gerak Translasi dan gerak Rotasi

Ketika silinder pejal berjari-jari r yang terpasang pada sumbu putarnya dan beban m digantung menggunakan tali melingkari cakram dan beban m berada pada ketinggian h dari lantai (Gambar.20), maka kecepatan translasi dan percepatan translasi benda dapat

diperoleh dengan mengukur waktu yang diperlukan beban bergerak dari keadaan diam sampai menyentuh lantai. Besar kecepatan rata-rata beban diberikan oleh :

$$\bar{v} = \frac{h}{t} \quad (7.4)$$

Menggunakan pers. kinematika gerak benda untuk kecepatan rata-rata pada kecepatan tetap :

$$\bar{v} = \frac{v + v_o}{2} \quad (7.5)$$

Besar kecepatan akhir v dengan kecepatan awal sama dengan nol ($v_o = 0$) diberikan oleh :

$$\bar{v} = \frac{v}{2} \quad \text{atau} \quad v = 2\bar{v} = \frac{2h}{t} \quad (7.6)$$

Dan kecepatan rotasi ω ,

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\bar{v}}{r} \quad (4.7)$$

Dimana r adalah jari-jari sumbu. Percepatan translasi a :

$$a = \frac{v}{t} \quad (7.8)$$

Massa benda yang digantung memiliki kecepatan linear sebesar a . Hubungan antara percepatan translasi dengan percepatan rotasi adalah :

$$\alpha = \frac{a}{r} \quad (7.9)$$

C. Momen Inersia Silinder Pejal

Dari Gambar.20 dan dengan menggunakan hukum Newton tentang gerak diperoleh :

$$\sum F = m.a \quad (7.10)$$

$$mg - T = m.a \quad \text{atau} \quad T = mg - m.a \quad (7.11)$$

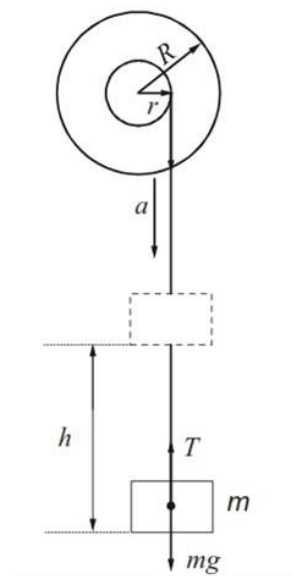
Momen gaya τ_T pada silinder yang disebabkan oleh tegangan tali T adalah :

$$\tau_T = rT \quad (7.12)$$

r tegak lurus terhadap jarak sumbu rotasi ke garis kerja gaya (tegangan tali). Momen gaya netto τ pada sistem gambar 2 adalah :

$$\tau = \tau_T - \tau_g = I\alpha \quad (7.13)$$

τ_g adalah momen gaya akibat adanya gaya gesekan pada sumbu cakram yang arahnya berlawanan dengan arah gerak rotasi cakram.



Gambar 20. Ilustrasi Percobaan Gerak Rotasi

7.5 Prosedur Percobaan

A. Pemasangan Alat

- 1) Pasang klem dudukan alat gerak rotasi pada ketinggian ± 150 cm dari lantai laboratorium dengan paku ke dinding. Pastikan klem dudukan cakram terpasang kokoh.
- 2) Pasang silinder baja pejal pada klem . Atur baut pengencang sedemikian rupa sehingga cakram terpasang kokoh pada klem.
- 3) Periksa putaran cakram pada porosnya, jika diperlukan kendurkan baut pengencang sehingga cakram berputar dengan bebas pada porosnya.

- 4) Potong benang ± 200 cm dan ikat pada lubang yang terdapat dalam cakram plexiglass
- 5) Lilitkan benang pada disk plexiglass sehingga benang melilit merata pada sisi pinggir disk. Usahakan benang tidak menumpuk pada satu alur lilitan
- 6) Pasang penggantung beban pada ujung benang

B. Menentukan Momen Gaya Akibat Adanya Gaya Gesekan Pada Sumbu Putar Cakram

- 1) Gantung pengait beban 5 gr pada ujung tali alat gerak rotasi
- 2) Periksa putaran silinder sedemikian rupa sehingga silinder berputar dengan kecepatan sudut tetap dengan cara melepaskan beban sehingga beban bergerak ke bawah.
- 3) Jika dengan menggunakan beban 5 gr silinder masih tetap diam, tambahkan beban yang tidak terlalu berat ke beban 5 gr. Jika perlu gunakan beban yang cukup ringan, misalkan penjepit kertas sebagai beban tambahan. Tambahan penjepit kertas sedemikian rupa sehingga diperoleh gerak rotasi cakram dengan kecepatan sudut tetap. Misalkan massa beban itu adalah m_0 .

Catatan : Jika silinder bergerak rotasi dengan kecepatan sudut tetap (ω tetap), maka $\alpha = 0$. Menggunakan persamaan 7.14 diperoleh $\tau_g = \tau_T = rT = r(m_0 g)$

- 4) Jika massa beban m_0 tidak diketahui, ukur berat beban menggunakan timbangan dan catat hasil pengukuran pada hasil pengamatan.

C. Menentukan Kecepatan Sudut dan Percepatan Sudut

- 1) Ganti beban yang lebih berat dari beban yang digunakan pada percobaan B. Misal digunakan beban bermassa 50 gr.
- 2) Gantung beban tersebut pada ujung tali dan atur posisi beban sedemikian rupa sehingga ujung bawah beban berada pada ketinggian h cm di atas lantai. Ukur ketinggian h tersebut dengan menggunakan pita meter dan catat hasil pengukurannya.
- 3) Lepaskan beban dan segera hidupkan stopwatch setelah beban dilepas
- 4) Matikan stopwatch ketika beban menyentuh lantai.
- 5) Baca waktu terukur pada stopwatch dan catat hasilnya.
- 6) Ulangi langkah 6 – 10 di atas sebanyak n kali (misal 5 percobaan, $n = 5$) dan catat hasilnya.

- 7) Tambahkan beban 10 gr pada penggantung beban dan ulangi langkah 6 – 11 di atas.
- 8) Hitung waktu tempuh rata-rata untuk masing-masing berat beban dengan persamaan : $\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n}$ dan catat hasilnya.
- 9) Hitung kecepatan gerak translasi beban menggunakan persamaan 7.5 dan catat hasil perhitungannya.
- 10) Hitung percepatan translasinya **a** menggunakan hasil pada langkah 15 di atas dan persamaan 4.6 dan catat hasilnya.
- 11) Hitung percepatan rotasi **α** menggunakan hasil pada langkah 16 di atas dan persamaan 7.8 dan catat hasilnya.
- 12) Hitung besar momen gaya untuk masing-masing beban menggunakan persamaan $\tau_T = rT$ dan lengkapi tabelnya.
- 13) Buat grafik antara momen gaya **τ** dengan percepatan rotasi **α** pada kertas milimeter block. Tentukan persamaan garis untuk kurva momen gaya vs percepatan rotasi.
- 14) Tentukan gradien grafik untuk mendapatkan momen inersia silinder , misalkan nilai ini sebagai **$I_{\text{percobaan}}$**
- 15) Tentukan juga perpotongan grafik pada sumbu y untuk mendapatkan nilai momen gaya akibat adanya gaya gesekan **τ_g**
- 16) Ukur jari-jari silinder **R** dan massa silinder **M** . Hitung momen inersia benda pejal menggunakan persamaan 3, misalkan nilai ini sebagai **I_{teori}**
- 17) Bandingkan nilai momen inersia silinder hasil percobaan **$I_{\text{percobaan}}$** (langkah 20) dengan momen inersia silinder dari perhitungan **I_{teori}** (langkah 22)

Hitung persentase perbedaan kedua nilai momen inersia yang didapat menggunakan

$$\text{persamaan } \frac{|I_{\text{teori}} - I_{\text{percobaan}}|}{\frac{1}{2}(I_{\text{teori}} + I_{\text{percobaan}})} \times 100\%$$

7.6 Pelaporan

A. Pada Percobaan ke-1

- 1) Hitung momen gaya yang diakibatkan oleh gaya gesekan menggunakan persamaan $\tau_g = \tau_T = rT = r(m_o g)$. Catat hasil perhitungan dan bandingkan dengan hasil percobaan ke-2

B. Pada Percobaan ke-2

- 2) Hitung besar momen gaya untuk masing-masing beban menggunakan persamaan $\tau_T = rT$ dan lengkapi tabelnya.
- 3) Buat grafik antara momen gaya τ dengan percepatan rotasi α pada kertas milimeter block. Tentukan persamaan garis untuk kurva momen gaya vs percepatan rotasi.
- 4) Tentukan gradien grafik untuk mendapatkan momen inersia silinder, misalkan nilai ini sebagai $I_{\text{percobaan}}$
- 5) Tentukan juga perpotongan grafik pada sumbu y untuk mendapatkan nilai momen gaya akibat adanya gaya gesekan τ_g
- 6) Ukur jari-jari silinder R dan massa silinder M . Hitung momen inersia benda pejal menggunakan persamaan 3, misalkan nilai ini sebagai I_{teori}
- 7) Bandingkan nilai momen inersia silinder hasil percobaan $I_{\text{percobaan}}$ (langkah 20) dengan momen inersia silinder dari perhitungan I_{teori} (langkah 22)
- 8) Hitung persentase perbedaan kedua nilai momen inersia yang didapat

$$\frac{|I_{\text{teori}} - I_{\text{percobaan}}|}{\frac{1}{2}(I_{\text{teori}} + I_{\text{percobaan}})} \times 100\%$$

menggunakan persamaan

Daftar Pustaka

- 1) Baird,D.C.,*Experimentation : An Introduction To Measurement Theory and Experiment Design*, Prentice Hall, 1962
- 2) Laboratorium Fisika Dasar Departemen Fisika ITB, *Modul Praktikum Fisika Dasar Jilid 1 dan 2*, Penerbit ITB, 2002
- 3) Giancoli,D.C.,*Physics : Principles with Applications*, Prentice Hall, 2014
- 4) Halliday,D.,Resnick, R.,Walker,J., *Fundamental of Physics*, John Wiley & Son, 1997
- 5) Sutrisno, *Seri Fisika Dasar*, Penerbit ITB, 2001
- 6) Young, H.D., Freedman, R.A., *University Physics*, 12th Ed, Pearson Education, 2008.