

MODUL 4

KEKEKALAN ENERGI MEKANIK

LAPORAN PRAKTIKUM

TME 142 - Praktikum Fisika

Nama	: Billy Michael Liefting
NIM	: 2017-0451-0101
Shift/Kelompok	: ME/Kelompok 5
Tanggal Praktikum	: 29 April 2018
Asisten	: Dwianto Winata



LABORATORIUM MEKANIKA EKSPERIMENTAL
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA
JAKARTA
2018

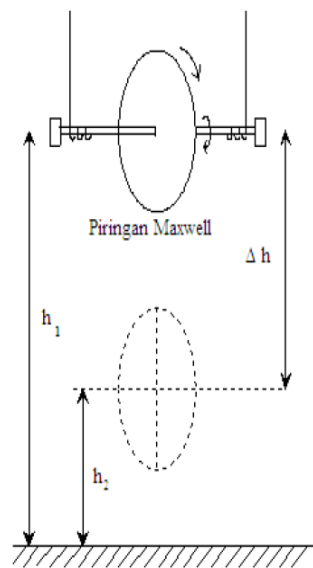
I. TUJUAN

1. Mempelajari konsep kekekalan energi.
2. Menentukan momen inersia (momen kelembaman) dengan menggunakan prinsip kekekalan energi.

II. TEORI DASAR

Dalam percobaan ini piringan Maxwell digantungkan pada sepasang tali kemudian dilepaskan. Dalam hal ini, piringan melakukan gerak rotasi dan translasi sekaligus, sehingga energi mekanik yang dimiliki oleh piringan terdiri dari:

- Energi kinetik translasi (EK)
- Energi kinetik rotasi (ER)
- Energi potensial gravitasi (EP)



Energi mekanik total piringan pada ketinggian tertentu dari bidang referensi (Δh) adalah [1] :

$$E = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 + m g h \quad (1)$$

Di mana :

m = massa piringan (kg)

V = kecepatan translasi pusat massa piringan (m/s)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

I = tinggi pusat massa piringan terhadap referensi (acuan) (m)

Gambar 4.2.1 Posisi Piringan Maxwell

Jika piringan bergerak dari posisi 1 (h_1) ke posisi 2 (h_2) seperti Gambar 4.2.1, maka menurut prinsip kekekalan energi:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2} m V_1^2 + \frac{1}{2} I \omega_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m V_2^2 + \frac{1}{2} I \omega_2^2 + m g h_2 \quad (2)$$

Jika suatu titik P bergerak melingkar dengan kecepatan sudut $\omega = \omega(t)$, maka hubungan antara kecepatan tangensial V_t dengan ω dapat diturunkan sebagai berikut:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$ds = r \cdot d\theta \quad (d\theta \text{ dalam satuan radian}) \quad (3)$$

$$V = \frac{ds}{dt} = r \frac{d\theta}{dt} = \omega r \quad (4)$$

$$\text{sehingga : } \omega = \frac{V}{r} \quad (5)$$

Dengan cara mensubstitusikan Persamaan (5) ke Persamaan (2), maka:

$$\frac{1}{2} m V_1^2 + \frac{1}{2} I \frac{V_1^2}{r^2} + m g h_1 = \frac{1}{2} m V_2^2 + \frac{1}{2} I \frac{V_2^2}{r^2} + m g h_2$$

Jika kecepatan translasi dan kecepatan sudut awal sama dengan nol, maka didapat bahwa percepatan piringan:

$$a = \frac{m g}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)} \quad (6)$$

$$\text{Sehingga : } S = \frac{1}{2} \frac{m g t^2}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)} \quad (7)$$

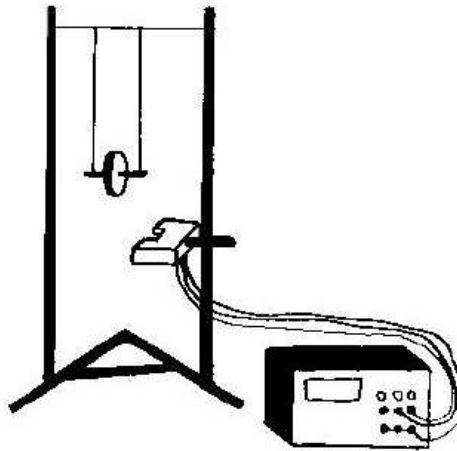
$$V = \frac{m g t}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)} \quad (8)$$

III. PERALATAN PERCOBAAN

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1. Landasan penyangga | (support base) |
| 2. Batang penyangga | (support rod) |
| 3. Penggaris | (scale) |
| 4. Penunjuk | (cursor) |
| 5. Piringan Maxwell | (Maxwell disk) |
| 6. Penyangga sensor | (light barrier) |
| 7. Alat penghitung | (counter) |
| 8. Kabel-kabel penghubung | (connecting cord) |
| 9. Jangka sorong | (vernier caliper) |

IV. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Peralatan percobaan dirangkai seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.4.2 Rangkaian Sistem Piringan Maxwell

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat merangkai peralatan adalah sebagai berikut:

- i. Sumbu piringan Maxwell dalam keadaan tidak tergulung harus berada pada posisi horisontal
- ii. Cara menggulung piringan Maxwell harap diperhatikan

- iii. Sumbu piringan Maxwell harus jatuh bebas tanpa mengenai penyangga sensor ketika piringan Maxwell dilepaskan.
 - iv. Setelah piringan Maxwell jatuh melewati sensor, sebaiknya piringan Maxwell ditahan dengan tangan agar tidak berbalik menabrak sensor.
2. Massa piringan Maxwell ($m = \dots \text{ gr}$) dan jari-jari sumbu piringan Maxwell yang digunakan ($r = \dots \text{ mm}$) dicatat pada lembar data.
 3. Alat penghitung dinyalakan kemudian tombol "null" ditekan.
 4. Penunjuk digeser sehingga berada pada jarak S dari sensor.
 5. Tali pada piringan Maxwell digulung sepanjang jarak S .
 6. Piringan Maxwell dilepas dan secara bersamaan tombol "start" pada alat penghitung ditekan. Alat penghitung akan bekerja secara otomatis dan akan berhenti bila sumbu piringan Maxwell telah melewati penyangga sensor.
 7. Waktu yang diperlukan piringan Maxwell untuk menempuh jarak S dicatat berdasarkan harga yang ditampilkan oleh alat penghitung.
 8. Langkah 4 s.d. 7 diulang untuk jarak yang berbeda sesuai dengan petunjuk asisten.
 9. Langkah 2 s.d. 8 diulang untuk piringan Maxwell yang lain.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

Perhitungan :

1. Tentukanlah momen inersia piringan dengan menggunakan Persamaan (7) beserta ralatnya!
2. Tentukanlah kecepatan translasi salah satu piringan Maxwell pada semua jarak dengan menggunakan Persamaan (8)!
3. Berdasarkan perhitungan no 2 tentukanlah percepatan translasi yang dimiliki oleh setiap piringan! Apakah percepatan yang dihasilkan sama dengan percepatan gravitasi? Jelaskan!

4. Buktikanlah Persamaan (2) dengan menggunakan data yang telah diperoleh!

Pertanyaan :

1. Sebutkan dan jelaskan macam-macam energi mekanik yang mempengaruhi percobaan ini!

Jawab :

- Energi kinetik translasi (EK) adalah energi yang dimiliki oleh benda-benda yang bergerak lurus.
- Energi kinetik rotasi (ER) adalah energi yang dimiliki oleh benda-benda yang bergerak berotasi.
- Energi potensial gravitasi (EP) adalah energi yang mempengaruhi benda karena ketinggian dan memiliki kecenderungan tidak terhingga.

2. Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai momen inersia suatu piringan pada percobaan ini!

Jawab :

- Massa piringan maxwell yang berbanding lurus dengan momen inersia. Dimana semakin besar massa piringan semakin besar momen inersianya.
- Percepatan gravitasi yang berbanding lurus dengan momen inersia. Dimana semakin besar percepatan gravitasi semakin besar momen inersia.
- Waktu yang di dapat selang piringan di jatuhkan. Dimana semakin lama piringan jatuh semakin besar momen inersianya.
- Jarak yang diberbanding terbalik. Sehingga semakin besar jarak semakin kecil momen inersianya
- Jari-jari piringan yang berbanding lurus. Sehingga semakin besar jari-jari semakin besar momen inersianya.

3. Kapan piringan Maxwell mengalami energi kinetik rotasi terbesar dan mengapa? Pada saat itu juga apakah piringan Maxwell mengalami energi kinetik translasi terbesar? Jelaskan!

Jawab :

Piringan maxwell mengalami energi kinetik rotasi terbesar pada saat energi potensial gravitasinya paling rendah, pada saat itu juga piringan maxwell mengalami energi kinetik translasi terbesar.

4. Sebutkan contoh aplikasi kekekalan energi mekanik (EK, EP, dan ER), serta jelaskan prinsip kerjanya!

Jawab :

Contoh aplikasi kekekalan energi pada kehidupan sehari-hari yaitu locat indah pada cabang olahraga renang. Saat peloncat melocati papan luncuran dan berada di puncak maka terdapat energi potensial gravitasi. Pada saat peloncat sudah mulai terjun dan melakukan jungkir balik maka terdapat energi kinetik translasi dan rotasi.

VI. LEMBAR DATA, PERHITUNGAN DAN ANALISIS

VI.1 LEMBAR DATA



PRAKTIKUM FISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIKA ATMA JAYA

LEMBAR DATA KEKEKALAN ENERGI MEKANIK

Praktikum : Kekekalan energi mekanik Tanggal percobaan : Jumat 27 April 2018
Nama Praktikan : Asisten : puianto Winanta
1. Billy Michael L. (2017-0411-0101)
2. Joshua (2017-0411-0109)
3. Velson (2017-0411-0102)
Hari/Jam Praktikum : Jumat 13.00 - 15.30
Shift : M2 - 05 Paraf Asisten :



$m = 526,9 \text{ gram}$	
$r = 0,55 \text{ cm}$	
$s \text{ (cm)}$	$t \text{ (s)}$
10	2,634
20	4,027
30	4,689
40	5,753

$m = 185,1 \text{ gram}$	
$r = 0,64 \text{ cm}$	
$s \text{ (cm)}$	$t \text{ (s)}$
10	1,725
20	2,198
30	3,116
40	3,479

$m = 340,72 \text{ gram}$	
$r = 0,6 \text{ cm}$	
$s \text{ (cm)}$	$t \text{ (s)}$
10	3,901
20	2,752
30	3,511
40	3,807

$m = \dots \text{ gram}$	
$r = \dots \text{ cm}$	
$s \text{ (cm)}$	$t \text{ (s)}$

VI.2 PERHITUNGAN

1. Jawab : Data ke-1 piringan ke-2

$$I = \left(\frac{1}{2} \frac{mgt^2}{s} - m \right) r^2$$

$$I = \left(\frac{1}{2} \frac{0,34072 \times 9,81 \times (1,854)^2}{0,1} - 0,34072 \right) 0,003^2$$

$$I = 0,0051$$

Tabel 4.6.2.1

s (m)	t (s)	I
0,1	1,854	0,00051
0,2	2,752	0,00057
0,3	3,511	0,00061
0,4	3,907	0,00057

S_I

$$= \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial m} \right)^2 \cdot S_m^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial g} \right)^2 \cdot S_g^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial t} \right)^2 \cdot S_t^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial s} \right)^2 \cdot S_s^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial r} \right)^2 \cdot S_r^2}$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{2mgt}{2s} r^2 ; \frac{\partial I}{\partial s} = -\frac{mgt^2}{2s^2} r^2 ; \frac{\partial I}{\partial r} = 2 \left(\frac{1}{2} \frac{mgt^2}{s} - m \right) r$$

S_I

$$= \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial t} \right)^2 \cdot 0,0005^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial s} \right)^2 \cdot 0,0005^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial r} \right)^2 \cdot 0,000005^2}$$

S_I

$$= \sqrt{\left(\frac{2mgt}{2s} r^2 \right)^2 \cdot 0,0005^2 + \left(-\frac{mgt^2}{2s^2} r^2 \right)^2 \cdot 0,0005^2 + \left(2 \left(\frac{1}{2} \frac{mgt^2}{s} - m \right) r \right)^2 \cdot 0,000005^2}$$

$$S_I = 0,0000017$$

Tabel 4.6.2.2

s (m)	t (s)	I	SI
0,1	1,854	0,000513943	0,00000017
0,2	2,752	0,000566502	0,00000019
0,3	3,511	0,000614978	0,00000021
0,4	3,907	0,000570926	0,00000019

Kesalahan relatif :

$$S_R = \frac{S_I}{I} \cdot 100 \% = \frac{0,00000017}{0,000124732} \cdot 100 \% = 1.36\%$$

Kesalahan Absolut :

Maksimum :

$$S_a = I + S_I = 0,000513943 + 0,00000017 = 0,000515643$$

Minimum :

$$S_a = I - S_I = 0,000513943 - 0,00000017 = 0,000512243$$

2. Jawab : Data ke-2 piringan ke-2

$$V = \frac{mgt}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)}$$

$$V = \frac{0,34072 \times 9,81 \times 2,752}{\left(0,34072 + \frac{0,000566502}{0,003^2}\right)}$$

$$V = 0,145349$$

Tabel 4.6.2.3

s (m)	t (s)	I	V
0,1	1,854	0,000513943	0,107875
0,2	2,752	0,000566502	0,145349
0,3	3,511	0,000614978	0,170891
0,4	3,907	0,000570926	0,204761

3. Jawab : Data ke-3 piringan ke-2

$$a = \frac{m \cdot g}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)}$$

$$a = \frac{0,34072 \times 9,81}{\left(0,34072 + \frac{0,000614978}{0,003^2}\right)}$$

$$a = 0,048673$$

Tabel 4.6.2.4

s (m)	t (s)	I	a
0,1	1,854	0,000513943	0,058185
0,2	2,752	0,000566502	0,052816
0,3	3,511	0,000614978	0,048673
0,4	3,907	0,000570926	0,052409

Hasil percepatan piringan tidak sama dengan percepatan gravitasi.

Tetapi dalam perhitungan di anggap sama karena arah jatuh piringan sama dengan arah gravitasi.

4. Jawab : Data ke-4 piringan ke-2

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2}mV_1^2 + \frac{1}{2}I\omega_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 + \frac{1}{2}I\omega_2^2 + mgh_2$$

$$0 + 0 + mgh_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 + 0 + 0$$

$$0,34072 \times 9,81 \times 0,4 = \frac{1}{2} \times 0,34072 \times 0,204761^2$$

$$1,3369 \text{ joule} = 0,0071 \text{ joule}$$

VI.3 ANALISIS

Pada percobaan, praktikan memakai alat yang kurang canggih sehingga saat percobaan jika piringan maxwell menyentuh sensor maka data dianggap tidak valid, tetapi untuk kesalahan relatif sangat kecil. Dalam percobaan ini praktikan mendapatkan pelajaran bahwa massa tidak berpengaruh pada prinsip kekekalan energi. Berat atau ringan massa pada kondisi idealnya akan mencapai dasar pada waktu yang bersamaan. Tetapi massa berpengaruh pada pada besar momen inersia, semakin besar massa piringan maka semakin besar momen inersianya.

VII. SIMPULAN

- A. Besar momen inersia dipengaruhi oleh massa piringan. Semakin besar massa piringan, semakin besar momen inersia.
- B. Terdapat banyak faktor yang menyebabkan percepatan piringan tidak sama dengan percepatan gravitasi.
- C. Energi tidak dapat dimusnahkan, energi tidak dapat diciptakan, dan energi dapat dikonversikan dari energi menjadi energi lain.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

1. Haliday, D., Resnick, R. (1985). *Fisika Jilid I*. Edisi ketiga; hal. 120-125, 183-189, 204-208, 315-332. Jakarta: Erlangga.

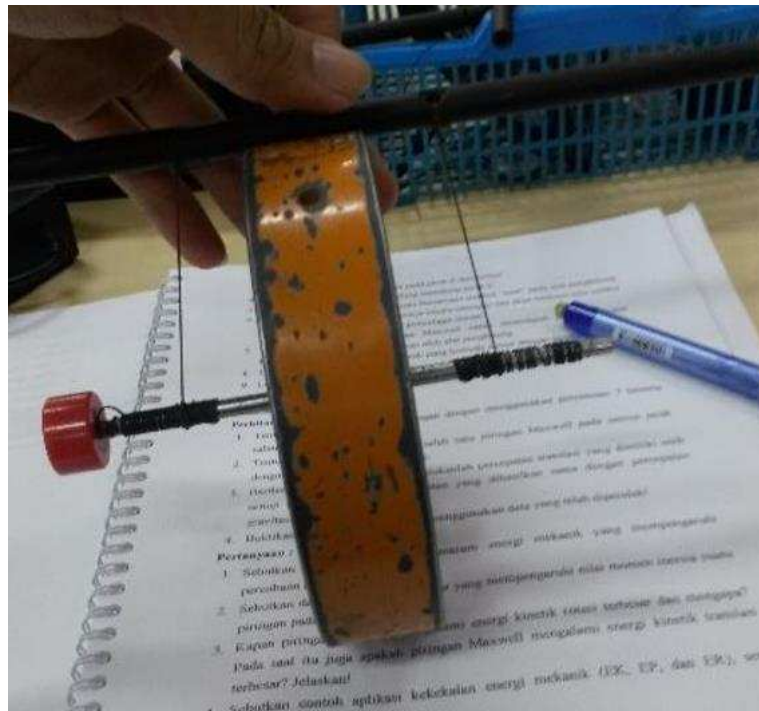
IX. LAMPIRAN



Gambar 4.9.1 Alat penghitung



Gambar 4.9.2 Piringan Maxwell



Gambar 4.9.3 Piringan Maxwell