



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA

FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia

Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

KONDUKTIVITAS TERMAL

I. TUJUAN

Mengetahui konduktivitas termal untuk berbagai jenis material seperti: glass, wood, lexan, masonite, dan sheet rock

II. TEORI

Untuk melakukan perpindahan panas dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

1. Konduksi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi antara medium padat (solid).
2. Konveksi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi akibat aliran suatu fluida.
3. Radiasi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi tanpa menggunakan medium.

Masing-masing cara ini dapat dianalisa dan mempunyai hubungan matematis antara satu dengan yang lainnya.

Persamaan yang menyatakan jumlah panas yang dihantarkan melalui suatu material adalah:

$$\Delta Q = \frac{k.A.\Delta T.\Delta t}{h}$$

Keterangan:

ΔQ = total energi panas yang dihantarkan

A = luas penampang yang dilalui konduksi panas

ΔT = perbedaan temperatur antara 2 sisi material

Δt = waktu yang diperlukan selama konduksi terjadi

h = tebal dari material

k = konduktivitas termal dari material

Konduktivitas termal k , menunjukkan baik buruknya material. Material yang dapat menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor sedangkan yang kurang baik disebut isolator.

Teknik pengukuran konduktivitas termal dapat dilakukan secara langsung, material yang akan diuji berupa slab ditempatkan di antara steam chamber, dimana suhunya dipertahankan konstan pada 100°C , dan sebgkah es dipertahankan pada suhu 0°C . Perbedaan temperatur yang tetap 100°C dihasilkan diantara bahan. Es yang mencair pada laju 1 gram per 80 kalori dari aliran panas (kalor laten pencairan es).

$$\Delta Q = m.L$$

Keterangan: L = kalor laten untuk pencairan es

Dari persamaan (1) maka besarnya konduktivitas termal adalah:

$$k = \frac{\Delta Q.h}{A.\Delta T.\Delta t}$$

sedangkan diketahui laju pencairan es adalah:

$$R_o = |R_a - R_m|$$

Dimana:

$$R_a = \frac{mwa}{t}$$

$$R_m = \frac{mw}{t}$$

Maka besarnya konduktivitas termal adalah:

$$k = \frac{R_o L h}{A \Delta T}$$

III. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. Steam generator
2. Steam chamber
3. Es batu
4. Lemari es
5. Timbangan
6. Tempat condensed steam
7. Base chamber

8. Selang karet
9. Jangka sorong
10. Material yang digunakan: glass, wood, lexan, masonite, dan sheet rock.

IV. JALAN PERCOBAAN

A. PEMANASAN AIR PADA STEAM GENERATOR

1. Isi tempat air pada steam generator hingga $\frac{1}{2}$ nya.
2. Tutup tempat air dengan penutup karet
3. Nyalakan steam generator

B. PENGUKURAN KONDUTIVITAS TERMAL

1. Isi tempat air dan bekukan dalam freezer.
2. Ukur tebal dan jenis material yang dipakai sebagai h.
3. Letakkan material yang akan diuji pada steam chamber.
4. Keluarkan es dari tempatnya dan letakkan es pada material yang akan diuji pada steam chamber.
5. Ukur diameter es sebagai d1.
6. Biarkan es selama 90 detik sampai mulai mencair.
7. Ambil tempat untuk menampung tetesan air.
8. Kumpulkan tetesan air pada tempatnya selama $t = 90$ detik.
9. Timbang tempat tetesan air dan catat massa air yang menetes sebagai mwa.
10. Hubungkan selang karet dari steam generator ke steam chamber dan biarkan selama beberapa menit sampai temperaturnya stabil.
11. Kosongkan tempat tetesan air yang digunakan tadi.
12. Letakkan kembali material yang akan diuji pada steam chamber selama 90 detik terlebih dahulu kemudian lakukan kembali sesuai dengan langkah 8-9. Catat hasil timbangan tetesan air dalam mw.
13. Ukur diameter dari es sebagai d2.
14. Ulangi langkah 1-12 untuk jenis material yang berbeda.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

1. Jelaskan cara perpindahan panas apakah yang berlangsung dari percobaan yang saudara lakukan !
2. Hitung konduktivitas termal dari setiap material beserta kesalahan absolut dan kesalahan relatifnya !
3. Jelaskan material manakah yang merupakan penghantar kalor yang baik !
4. Bandingkan dan jelaskan hasil percobaan yang anda dapat dengan literatur !
(tuliskan sumber literatur tersebut didapat)

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Sears F. W., Zemansky M. W., Young, H. P. (1982). University Physics. Sixth edition; hal 156-158; Phillipines: Adidion-Weley Publishing Company Inc.
2. Halliday, D., Resnick, R. (1985). Fisika Jilid I. Edisi ketiga; hal 731-734; Jakarta: Erlangga.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

HUKUM KIRCHOFF & OHM

I. TUJUAN

1. Mempelajari Hukum Kirchoff dan Hukum Ohm.
2. Menentukan tegangan dan arus pada setiap nodal.
3. Menentukan resistensi ekivalen pada sebuah rangkaian seri dan paralel.

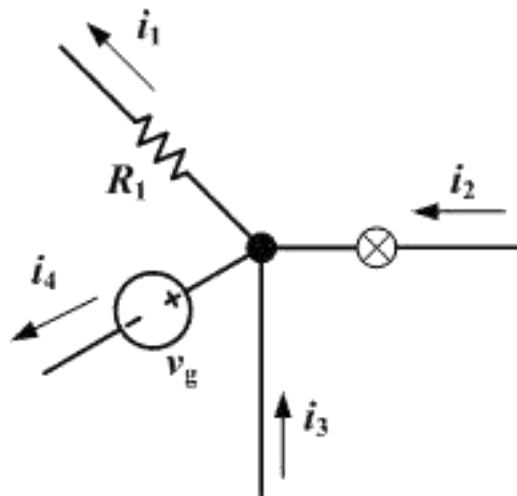
II. TEORI

A. Hukum Kirchoff

• **Hukum Arus Kirchoff**

Prinsip dari kekekalan muatan listrik mengatakan bahwa:

Pada setiap titik percabangan dalam sirkuit listrik, jumlah dari arus yang masuk kedalam titik itu sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik tersebut.



Gambar 1

Mengingat bahwa arus adalah besaran bertanda (positif atau negatif) yang menunjukkan arah arus tersebut menuju atau keluar dari titik, maka prinsip ini bisa dirumuskan menjadi :

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0 \quad (1)$$

di mana :

n adalah jumlah cabang dengan arus yang masuk atau keluar terhadap titik tersebut.

Persamaan ini juga bisa digunakan untuk arus kompleks:

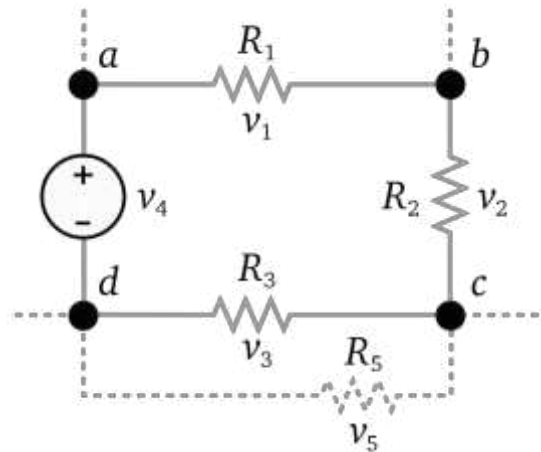
$$\sum_{k=1}^n \tilde{I}_k = 0 \quad (2)$$

Hukum ini berdasar pada kekekalan muatan, dengan muatan (dalam satuan coulomb) adalah hasil kali dari arus (ampere) dan waktu (detik).

• Hukum Tegangan Kirchoff

Prinsip kekekalan energi mengatakan bahwa:

Jumlah terarah (melihat orientasi tanda positif dan negatif) dari beda potensial listrik (tegangan) di sekitar sirkuit tertutup sama dengan nol.



Gambar 2

Sama seperti hukum arus Kirchhoff, prinsip ini dapat ditulis sebagai:

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0 \quad (3)$$

di mana:

n adalah jumlah tegangan listrik yang diukur.

Tegangan listrik ini juga bisa berbentuk kompleks:

$$\sum_{k=1}^n \tilde{V}_k = 0 \quad (4)$$

Hukum ini berdasarkan kekekalan "energi yang diserap atau dikeluarkan medan potensial" (tidak termasuk energi yang hilang karena disipasi).

B. Hukum Ohm

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya. Walaupun pernyataan ini tidak selalu berlaku untuk semua jenis penghantar, namun istilah "hukum" tetap digunakan dengan alasan sejarah.

Secara matematis hukum Ohm diekspresikan dengan persamaan:

$$V = IR \quad (5)$$

di mana :

- I adalah arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar dalam satuan Ampere.
- V adalah tegangan listrik yang terdapat pada kedua ujung penghantar dalam satuan volt.
- R adalah nilai hambatan listrik (resistansi) yang terdapat pada suatu penghantar dalam satuan ohm.

Hubungan Paralel

Dalam hubungan paralel, besarnya tegangan dari masing-masing resistor sama. Jadi besarnya $V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_{\text{ekivalen}}$. Sehingga dalam hubungan paralel besarnya resistansi ekivalennya dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{1}{R_{ekivalen}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (6)$$

Hubungan Seri

Dalam hubungan seri, besarnya arus dari masing-masing resistor sama. Jadi besarnya $I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_{ekivalen}$. Sehingga dalam hubungan seri, besarnya resistansi ekivalennya dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

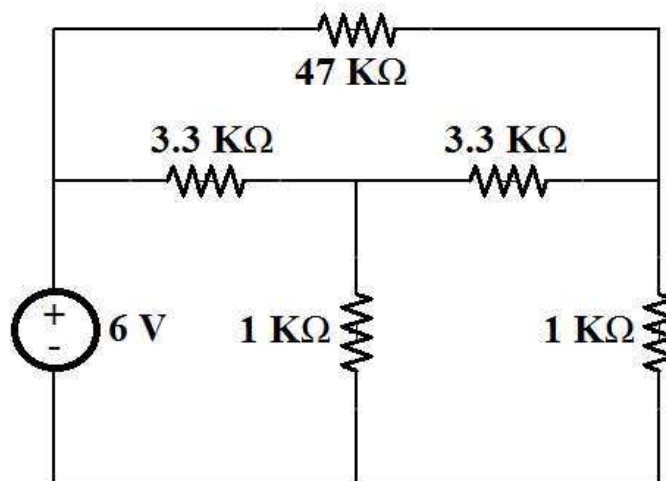
$$R_{ekivalen} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (7)$$

III. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. 2 buah resistor/ capacitor/ inductor network
2. Kabel penghubung
3. Catu daya 24 Volt
4. 2 buah multimeter digital

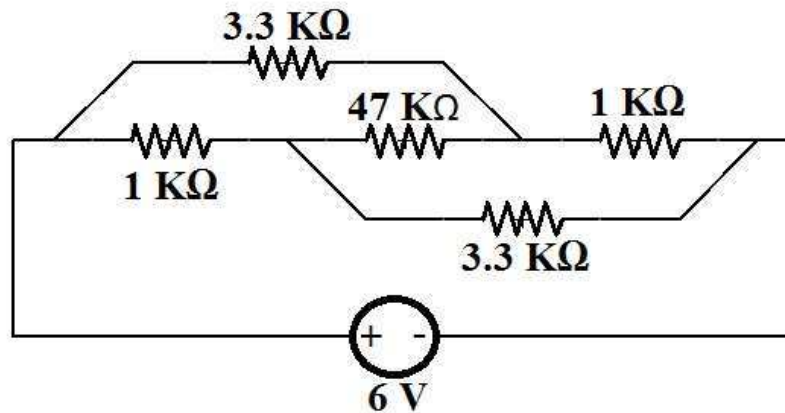
IV. JALAN PERCOBAAN

A . Percobaan Hukum Kirchhoff



Gambar 3

1. Hubungkan rangkaian seperti gambar di atas.
2. Ukur dan catatlah tegangan pada setiap komponen yang digunakan.



Gambar 4

3. Kemudian hubungkan rangkaian seperti gambar di atas.
4. Ukur dan catatlah arus yang dilalui pada setiap komponen yang digunakan.

B . Percobaan Hukum Ohm

1. Hubungkan resistor dengan hubungan seri sesuai yang telah ditentukan.
2. Ukur resistansi ekuivalen pada rangkaian tersebut.
3. Hubungkan rangkaian dengan power supply.
4. Ukur tegangan pada masing – masing resistansi.
5. Lakukan langkah 1-4 sebanyak 7 kali.
6. Lakukan langkah yang sama untuk rangkaian paralel.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

A . Percobaan Hukum Kirchoff

1. Buktikan rangkaian pada gambar 3 sesuai dengan hukum Kirchoff tegangan!
2. Buktikan rangkaian pada gambar 4 sesuai dengan hukum Kirchoff arus!

B . Percobaan Hukum Ohm

1. Hitung resistansi ekuivalen dari masing-masing rangkaian seri dan paralel!
2. Bandingkan hasil percobaan dengan perhitungan rangkaian seri dan paralel!
Jelaskan mengapa ada perbedaan antara hasil perhitungan dengan percobaan !

3. Jelaskan mengapa kita tidak boleh menggunakan amperemeter secara paralel dan voltmeter secara seri?
4. Apa perbedaan lampu yang dipasang secara seri dan paralel?
5. Jelaskan kelebihan dan kekurangan rangkaian seri dan paralel!
6. Apakah kabel berpengaruh dalam percobaan kali ini?

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Halliday, D; Resnick, R; Walker, J. Fundamentals of Physics. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc.
2. Paul, Clayton R. (2001). Fundamentals of Electric Circuit Analysis. John Wiley & Sons.
3. Serway, Raymond A.; Jewett, John W. (2004). Physics for Scientists and Engineers (6th ed.). Brooks/Cole.
4. Tetty Yulliawati, SP & Denny Indra Sukry, SP, Intisari Pengetahuan Alam Lengkap (IPAL) – SMP.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

HUKUM NEWTON

I. TUJUAN

1. Mempelajari hukum Newton, khususnya hukum ke-II Newton.
2. Menentukan percepatan objek yang diberi gaya.

II. TEORI

Hukum II Newton secara matematis dinyatakan sebagai :

$$F = m a \quad (1)$$

Bila gaya-gaya yang bekerja pada benda lebih dari satu maka :

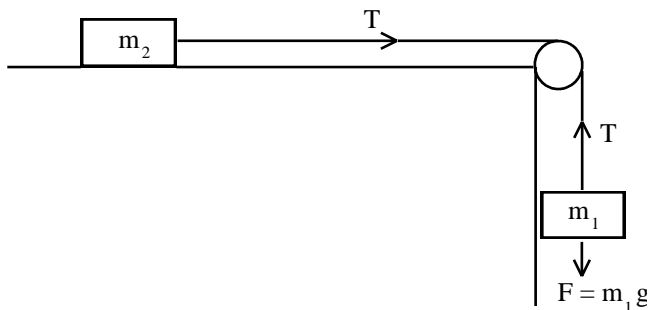
$$\Sigma F = m a \quad (2)$$

dimana : ΣF = Jumlah gaya yang bekerja pada benda

m = Massa benda

a = Percepatan benda

Perhatikan sistem pada benda seperti gambar di bawah ini :



Massa m_2 bergerak disebabkan oleh adanya gaya yang ditimbulkan oleh massa m_1 , yaitu :

$$F = m_1 g$$

Dengan menggunakan persamaan (2) maka persamaan gerak untuk :

$$m_1 : m_1 g - T = m_1 a \quad (3)$$

$$m_2 : T = m_2 a \quad (4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4) ke persamaan (3) maka akan didapat :

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \quad (5)$$

$$\text{Atau } g = \frac{m_1 + m_2}{m_1} a \quad (6)$$

Persamaan gerak lurus dari suatu benda yang mempunyai percepatan a.

$$V_t = V_o + a t$$

$$\text{Dan } S = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

Bila pada saat t, $V_o = 0$ maka

$$V = a t \quad (7)$$

$$S = \frac{1}{2} a t^2 \quad (8)$$

$$\text{atau } a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (9)$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2) \mu_k}{(m_1 + m_2)} g \quad (10)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (9) ke persamaan (10) maka akan didapat :

$$\frac{2 S}{t^2} = \frac{(m_1 - m_2) \mu_k}{(m_1 + m_2)} g \quad (11)$$

$$\text{Atau } \mu_k = \frac{m_1}{m_2} - \frac{2 S (m_1 + m_2)}{g t^2 m_2} \quad (12)$$

Di dalam eksperimen ini, hukum II Newton untuk sistem 1 dimensi akan diuji cobakan dengan menggunakan mobil mainan yang mengalami percepatan bila diberikan gaya berat di dalam susunan seperti di Gambar 1.



Gambar 1. Experimental Setup

III. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. PAScar Dynamics System (Cart)
2. Motion Sensor
3. High Resolution Force Sensor
4. Pulley with Clamp
5. Mass and Hanger Set
6. Low Friction String
7. 850 Universal Interface

IV. JALANNYA PERCOBAAN

Pra-Percobaan

1. Hubungkan sensor gerak (motion sensor) ke salah satu input dari Universal Interface. Pastikan bahwa sensor gerak di-set ke mode “cart.”
2. Hubungkan sensor gaya (force sensor) ke salah satu input Universal Interface yang

lainnya.

3. Letakkan sensor gaya (force sensor) di atas mobil mainan (cart) dan kencangkan dengan menggunakan baut yang tersedia.
4. Pastikan bahwa rel yang digunakan dalam kondisi rata (panjang dan lebar) dengan menggunakan waterpas. Lakukan pengecekan ulang dengan menaruh mobil mainan di atas rel dan pastikan bahwa mobil tidak bergerak.
5. Periksa bahwa sensor gerak (motion sensor) diarahkan sejajar dengan sumbu dari rel.
6. Letakkan mobil mainan (cart) di atas rel. Pastikan tali yang digunakan untuk menghubungkan mobil mainan dan beban (mass hanger) berada di atas katrol (pulley). Lakukan pengecekan posisi tali setiap permulaan dari percobaan.

Prosedur Percobaan

1. Kalibrasi kondisi nol pada sensor gaya dengan menekan tombol **“ZERO”** pada saat mobil mainan (cart) tidak dihubungkan dengan beban (mass hanger).
2. Posisikan mobil mainan pada angka 90 di meteran yang terdapat di rel. Pastikan bahwa beban (mass hanger) tidak menyentuh katrol (pulley).
3. Beri beban pada mass hanger sebesar 10 gr.
4. Buka Program Capstone pada komputer.
5. Klik Table & Graph.
6. Klik <Select Measurement> sebelah kiri dan pilih **“FORCE”**.
7. Klik <Select Measurement> sebelah kanan dan pilih **“ACCELERATION”**.
8. Pastikan kabel sensor gaya (force sensor) tidak menghambat pergerakan mobil mainan (cart). Ikuti arahan asisten.
9. Klik Record, tahan mobil mainan (cart) agar tidak bergerak selama 2 detik dan lepaskan.
10. Klik **“STOP”** ketika mobil mainan (cart) sudah berhenti bergerak.
11. Ulangi langkah 2 hingga 10 sebanyak 2 kali menggunakan beban sebesar 20 gr dan 30 gr.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

Perhitungan

1. Hitunglah nilai percepatan teoritik (a_{teoritik}) sistem (tanpa gesekan) dengan menggunakan persamaan (5)!
2. Hitunglah nilai percepatan aktual (a_{aktual}) sistem (tanpa gesekan) dengan menggunakan persamaan (9) dengan data dari grafik!
3. Hitunglah besarnya koefisien gesekan kinetik (μ_k) sistem (dengan gesekan) dengan menggunakan persamaan (12)!
4. Hitunglah nilai percepatan teoritik (a_{teoritik}) sistem (dengan gesekan) dengan menggunakan persamaan (10)!
5. Hitunglah nilai percepatan aktual (a_{aktual}) sistem (dengan gesekan) dengan menggunakan persamaan (9) dengan data dari grafik!

Tugas dan Pertanyaan

1. Bandingkanlah nilai percepatan teoritik (a_{teoritik}) dengan nilai percepatan aktual (a_{aktual}) pada sistem tanpa gesekan! Jelaskan!
2. Bandingkanlah nilai percepatan teoritik (a_{teoritik}) dengan nilai percepatan aktual (a_{aktual}) pada sistem dengan gesekan! Jelaskan!
3. Apakah percepatan pada sistem tanpa gesekan sama dengan percepatan pada sistem dengan gesekan? Jika tidak, apa pengaruh gesekan terhadap percepatan? Jelaskan!
4. Bandingkanlah nilai-nilai percepatan aktual (a_{aktual}) pada sistem tanpa gesekan yang memiliki variabel massa berbeda! Jelaskan!
5. Variabel apa saja yang mempengaruhi besarnya percepatan pada suatu sistem? Jelaskan!

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Sears F.W., Zemansky M.W., Young, H.P. (1982). University Physics. Edisi ketiga, hal. 59-62. Philippines: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
2. Haliday, D. Resnick, R. (1985). Fisika Jilid I. Edisi ketiga, hal. 111-117. Jakarta: Erlangga.
3. Hibbeler, R.C. (2012). Engineering Mechanics: Dynamics. New Jersey: Prentice Hall.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

KEKEKALAN ENERGI MEKANIK

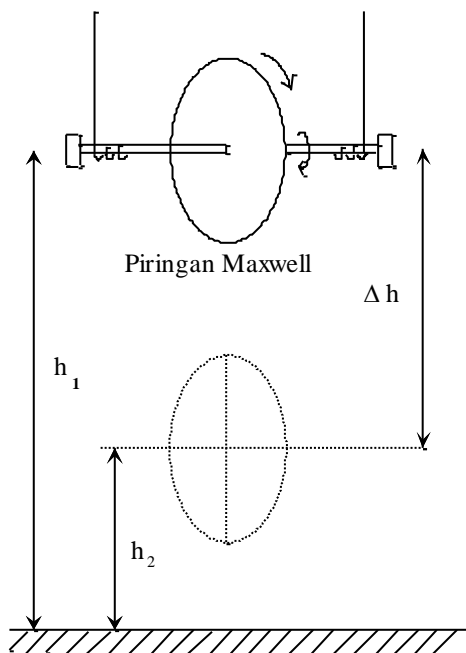
I. TUJUAN

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

II. TEORI

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
- Energi kinetik rotasi
- Energi potensial gravitasi



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

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

dimana :

- m = massa piringan .
- V = kecepatan translasi pusat massa piringan.
- ω = kecepatan sudut.
- h = tinggi pusat massa piringan terhadap referensi (acuan).

Gambar 1

Jika piringan bergerak dari posisi 1 (h_1) ke posisi 2 (h_2) seperti gambar 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 :

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

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

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

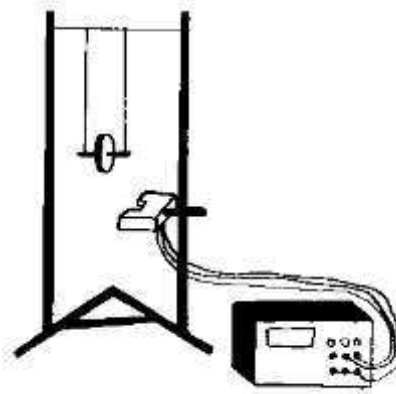
III. ALAT - ALAT YANG DIGUNAKAN

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. JALANNYA PERCOBAAN

1. Peralatan percobaan dirangkai seperti gambar di bawah ini.



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. Buatlah grafik S sebagai fungsi t untuk tiap piringan Maxwell yang digunakan dalam satu grafik pada kertas log ! Dari grafik tersebut carilah momen inersia (I) tiap piringan Maxwell melalui persamaan (7) !
2. Tentukan momen inersia tiap piringan Maxwell dengan menggunakan persamaan (7) beserta ralatnya !
3. Bandingkan hasil yang Saudara dapatkan pada no. 1 dgn no. 2 ! Jelaskan !
4. Hitunglah E_p , E_k , dan E_r untuk membuktikan hukum kekekalan energi mekanik dengan menggunakan persamaan (2)!
5. Apakah percepatan a pada persamaan (6) sama dengan percepatan gravitasi g ? Jelaskan jawaban Saudara.

Pertanyaan :

1. Gaya apakah yang mempengaruhi praktikum kekekalan energi mekanis ini? Jelaskan.
2. Apa saja yang mempengaruhi gerakan piringan Maxwell sehingga menyebabkan waktu yang diperoleh setiap piringan berbeda? Jelaskan!
3. Kapan piringan Maxwell mengalami energi kinetik terbesar dan mengapa ?
4. Sebutkan contoh aplikasi kekekalan energi mekanik ini dan jelaskan secara umum prinsip kerjanya!

VII. DAFTAR PUSTAKA

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



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

STATIS

I. TUJUAN

1. Mempelajari Keseimbangan Sistem Dawai.
2. Menganalisis “unknown force” dalam keseimbangan sistem dawai.
3. Menalisis “unknown mass” dalam keseimbangan sistem dawai.

II. PRINSIP DASAR

Keseimbangan sistem dawai dapat dicapai bila resultan vektor dari semua gaya eksternal yang bekerja pada sistem tersebut sama dengan nol. Berdasarkan prinsip tersebut, maka besarnya gaya yang tidak diketahui (unknown force) ataupun massa yang tidak diketahui (unknown mass) dapat dihitung pada saat system berada dalam keseimbangan.

III. TEORI

Menurut Hukum I Newton yang berbunyi bila resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula berada dalam keadaan diam akan tetap diam atau benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak tanpa mengalami perubahan kecepatan.

Secara matematis, pernyataan di atas dapat dinyatakan dengan:

$$\sum F = m \cdot a = 0 \quad (1)$$

Di mana $\sum F$ adalah resultan dari semua gaya yang diaplikasikan ke suatu benda.

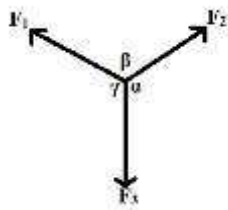
Hukum III Newton yang berbunyi bila benda pertama mengerjakan suatu gaya pada benda kedua maka gaya yang dikeluarkan oleh benda pertama akan sama dengan gaya

yang diterima oleh kedua benda, namun hanya arahnya saja yang berkebalikan atau secara matematis dapat dinyatakan dengan:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (2)$$

Berdasarkan Hukum Newton, particle dapat diasumsikan berada dalam kondisi keseimbangan statik (static equilibrium).

Untuk kasus sistem dawai, setiap nodal dapat dianggap sebagai partikel yang berada dalam keseimbangan statik, sehingga persamaan untuk tiga buah gaya yang bekerja pada satu buah titik adalah sebagai berikut:



$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \gamma} = \frac{F_3}{\sin \beta} \quad (3)$$

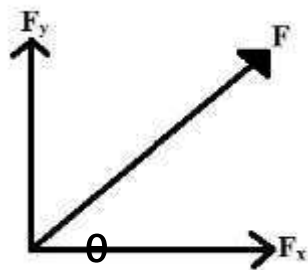
Dimana:

F_1 : gaya tegangan tali 1.

F_2 : gaya tegangan tali 2.

F_3 : gaya berat dari benda yang digantung.

Untuk vektor gaya, dapat direalisasikan sebagai berikut:



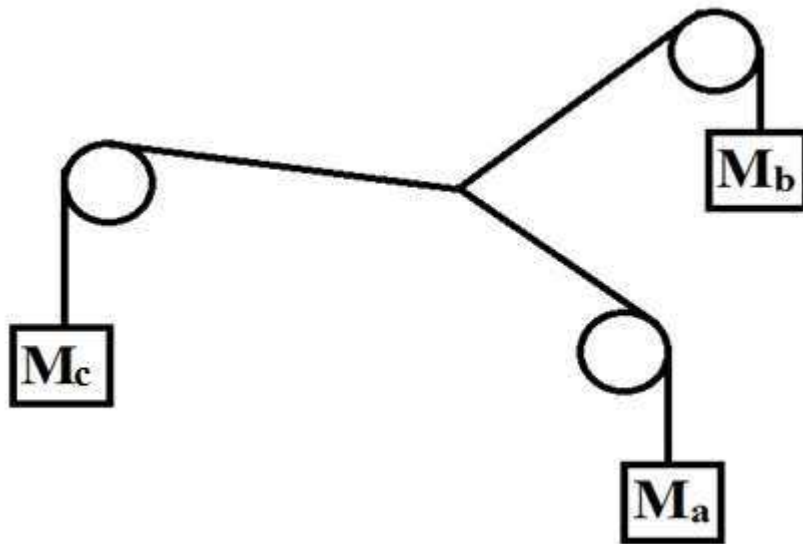
$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \theta \\ F_y &= F \sin \theta \end{aligned}$$

(4)

IV. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. 1 buah busur derajat
2. Untaian kawat
3. 3 buah katrol plastik
4. 1 set beban

V. JALAN PERCOBAAN



1. Rangkailah sistem dawai seperti pada gambar diatas.
2. Lalu pasanglah beban-beban yang telah ditetapkan sesuai dengan letaknya.
3. Kemudian ukurlah sudut-sudut yang terbentuk oleh akibat dari adanya beban yang sudah terpasang tersebut dan catatlah sebagai α , β , γ pada lembar data.
4. Ulangilah langkah 2 – 3 untuk masing-masing beban yang telah ditetapkan.

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

1. Hitunglah besar gaya (F_c) dan massa (M_c) dari benda c!
2. Hitunglah ralat absolut dan relatifnya!
3. Buktikan hasil yang didapat dari nomor 1 sesuai dengan massa benda yang tertera pada benda c!
4. Sebutkan 3 syarat yang harus dipenuhi agar sistem memenuhi keseimbangan statis!
5. Keseimbangan dapat di definisikan menjadi tiga kategori, sebutkan dan jelaskan!
6. Apakah benda yang bergerak dapat dikatakan statis? Jelaskan!

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Resnick, H. (1985). Fisika Jilid I. Edisi ketiga. Hal. 415-430. Jakarta: Erlangga.
2. Tipler, P.A. (1998). Fisika Untuk Sains dan Teknik. Edisi ketiga: jilid 1. Hal. 317-331. Jakarta: Erlangga.
3. Hibbeler, R.C. (2012). Engineering Mechanics: Statics. New Jersey: Prentice Hall.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail: kepalalabfisikaft@gmail.com

HUKUM STOKES

I. TUJUAN

Menentukan koefisien viskositas zat cair dengan percobaan stokes.

II. TEORI

Viskositas dapat dipandang sebagai gesekan di bagian dalam suatu fluida. Dalam mengukur koefisien viskositas dari zat cair, Stokes menggunakan peluru berbentuk bola yang dijatuhkan ke dalam zat cair yang kental dan dalam keadaan diam. Menurut Stokes, gaya viskositas zat cair dinyatakan dengan:

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

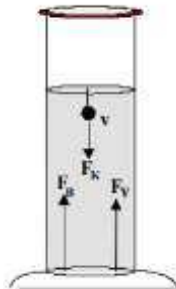
keterangan:

η = koefisien viskositas zat cair dengan satuan poise

$$1 \text{ poise} = 1 \frac{\text{dyne second}}{\text{cm}^2}$$

r = jari-jari peluru bola

v = kecepatan peluru dalam zat cair



Gambar 2.1 Gaya di Fluida

Pada saat dijatuhkan ke dalam zat cair, peluru bola mengalami percepatan yang disebabkan

oleh gaya beratnya (F_K).

Tetapi karena gaya apung (Archimedes, F_B) dan gaya viskositas (F_v) yang mengimbangi gaya berat tersebut, maka percepatan bola makin lama berkurang dan pada akhirnya nol.

Dari hubungan gaya-gaya tersebut di atas, didapatkan koefisien viskositas zat cair:

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

dengan:

ρ = massa jenis peluru

ρ_o = massa jenis zat cair

r = jari-jari peluru bola

g = percepatan gravitasi

v = kecepatan peluru bola dalam zat cair

III. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. Tabung kaca dengan statip tegak
2. Peluru bola dengan berbagai ukuran (10 butir)
3. Jangka sorong dan penggaris
4. Aerometer
5. Stopwatch
6. Zat cair kental (oli)
7. Timbangan

IV. JALAN PERCOBAAN

1. Mula-mula kesepuluh bola ditimbang sekaligus.
2. Lalu masing-masing diameter bola diukur dengan jangka sorong.
3. Kemudian jarak S yang akan ditempuh peluru bola ditentukan antara 2 buah garis pada dinding tabung. (Batas atas dari jarak ini harus diambil jauh dibawah permukaan zat cair kental, karena pada kedudukan tersebut peluru bola mencapai kecepatan konstan).

4. Setelah itu masing-masing peluru bola dijatuhkan di atas tabung, dan waktu t yang diperlukan untuk menempuh jarak S dicatat. (Dusahakan agar selama pergerakannya, peluru bergerak sepanjang sumbu tabung).
5. Langkah 1 sampai dengan 4 diulang untuk jenis bola yang lain.
6. Setelah selesai melakukan percobaan, massa jenis zat cair kental ditentukan dengan aerometer.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

Perhitungan :

1. Hitunglah η zat cair dengan menggunakan persamaan (2) beserta kesalahan absolut dan relatifnya!
2. Bandingkan hasil yang saudara peroleh dengan literature! Jelaskan jawaban saudara!

Pertanyaan :

1. Apa yang dimaksud dengan viskositas? Sebutkan dan jelaskan peranan viskositas dalam aplikasi kehidupan nyata!
2. Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi jalannya percobaan stokes!
3. Pada saat percobaan, bola mengalami percepatan namun semakin lama percepatan tersebut hilang dan bola mengalami kecepatan maksimum, jelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi!
4. Apakah bentuk peluru mempengaruhi jalannya percobaan? Jelaskan!

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Frederick J.B. (1988). Principle of Physics; 5th Ed, hal 194-196. Singapore: McGraw-Hill International Editions.
2. Resnick, R., Halliday, D., Krane. (1992). Physics Vol. 1; 4th Ed, hal 407-409; Canada: John Wiley & Sons, Inc.
3. Alonso, M., Finn, E. (1980). Fundamental University Physics Vol. 1; 2nd Ed., hal 157-160; Singapore: Addison-Wesley Publishing Company.
4. Sutrisno, Gie, T.I. (1986). Fisika Dasar Buku 1, hal 254-255. Bandung: ITB.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA

FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia

Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail:kepalalabfisikaft@gmail.com

ELEKTROMAGNETIK

I. TUJUAN

1. Mempelajari konsep elektromagnetik.
2. Menentukan gaya yang timbul akibat elektromagnetik.

II. TEORI

Gaya Lorentz menyatakan interaksi medan magnet dari kawat berarus dengan medan magnet tetap akan menghasilkan gaya magnet. Lorentz menyimpulkan bahwa besar gaya yang ditimbulkan berbanding lurus dengan kuat arus, kuat medan magnet, panjang kawat, dan sudut yang dibentuk arah arus listrik dan arah medan magnet. Gaya Lorentz dapat dinyatakan dalam rumus:

$$F = BIl \sin \theta \quad (1)$$

dengan:

- F adalah gaya (N)
- B adalah kuat medan magnet (T)
- I adalah kuat arus listrik (A)
- l adalah panjang kawat (m)
- θ adalah sudut yang terbentuk antara arah arus listrik dan arah medan magnet.

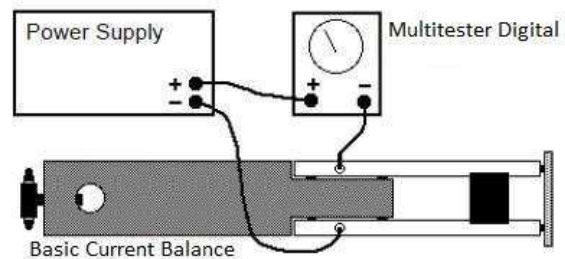
Arah gaya Lorentz bergantung pada arah arus listrik dan arah medan magnet. Untuk menentukan arah gaya Lorentz digunakan atau aturan tangan kanan. Ketiga arahnya saling membentuk sudut 90 atau tegak lurus. Ibu jari menunjukkan arah arus

listrik (I), jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet (B), dan jari tengah menunjukkan arah gaya Lorentz.

III. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. 1 buah current balance
2. Kabel penghubung
3. 1 buah power supply
4. 1 buah multimeter digital
5. 6 buah rangkaian loop
6. 1 buah magnet
7. 1 buah timbangan digital

IV. JALAN PERCOBAAN



Peralatan percobaan dirangkai seperti pada gambar diatas. Timbangan yang dipakai adalah timbangan digital. Ingat! Magnet tidak boleh bersentuhan dengan rangkaian.

A . Percobaan Kuat Arus

1. Power supply diatur supaya mengeluarkan kuat arus yang sesuai dengan lembar data, gunakan multimeter untuk mengetahui besarnya arus yang dikeluarkan oleh power supply.
2. Catatlah massa yang tampil pada timbangan digital sebagai m sesuai besar kuat arus yang diminta.
3. Ulangi lagi langkah 1 dan langkah 2.

B . Percobaan Panjang Rangkaian

1. Atur power supply hingga mengeluarkan 2 Ampere, gunakan multimeter untuk mengetahui besarnya arus yang dikeluarkan oleh power supply.
2. Catatlah massa yang tampil di layar timbangan digital sebagai m sesuai panjang rangkaian yang diminta.
3. Ulangi lagi langkah 1 dan langkah 2.
4. Setiap mengganti rangkaian, power supply harus dimatikan terlebih dahulu.

V. TUGAS DAN PERTANYAAN

Perhitungan :

1. Hitunglah besar gaya (F) dari setiap percobaan dan jelaskan mengapa gaya tersebut berbeda-beda!
2. Hitung medan magnet (B) dari setiap percobaan beserta kesalahan absolut dan kesalahan relatifnya!

Pertanyaan :

1. Mengapa massa magnet dapat semakin ringan atau semakin berat? Jelaskan!
2. Apakah nilai medan magnet (B) selalu berbeda dari setiap pengukuran? Jelaskan!
3. Jelaskanlah apa yang terjadi pada magnet dengan rangkaian?
4. Gambarkan kurva F vs I , dan F vs l (panjang rangkaian) pada kertas log! Jelaskan!

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Darrigol, Olivier (2000). Electrodynamics from Ampère to Einstein. Oxford, [England]: Oxford University Press. p. 327.
2. Classical Mechanics (2nd Edition), T.W.B. Kibble, European Physics Series, McGraw Hill (UK), 1973.
3. Griffiths, David J. (1999). Introduction to electrodynamics (3rd ed.). Upper Saddle River, [NJ.]: Prentice-Hall.



LABORATORIUM AERODINAMIKA & MEKANIKA FLUIDA

FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA

Jl. Jenderal Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia

Telepon: + 62 (21) 570-3306 ext. 3128 E-mail:kepalalabfisikaft@gmail.com

HEAT ENGINE

I. TUJUAN

1. Mengetahui konversi energi dari termal menjadi mekanik.
2. Memahami proses ekspansi gas secara isobarik dan isothermal.
3. Menghitung total kerja yang terjadi dalam siklus Heat Engine.

II. TEORI DASAR

Termodinamika adalah cabang fisika yang melibatkan studi tentang perubahan energi, dan terutama berfokus pada hubungan antara kalor dan usaha mekanik. Hal ini berkaitan dengan variabel makroskopik dari suatu sistem, yang meliputi suhu, volume, tekanan, dan entropi. Salah satu mesin yang menggunakan prinsip dasar termodinamika adalah mesin kalor yaitu sebutan untuk alat yang berfungsi mengubah energi panas menjadi energi mekanik.

Setiap proses termodinamika ditandai oleh perubahan variabel termodinamika makroskopik yang terkait dengannya. Proses termodinamika terdiri dari proses isothermal dan proses isobarik.

Sebuah proses isothermal adalah saat di mana semua perkembangan terjadi pada suhu konstan. Dalam bahasa termodinamika, itu adalah proses yang ditandai dengan $\Delta T = 0$. Hal ini dapat terjadi karena kontak dengan reservoir termal. Pertukaran kalor sistem dan perubahan keadaan perlahan-lahan ($\Delta Q \neq 0$), sambil mempertahankan suhu, yang sama dengan suhu reservoir. Menurut hukum gas ideal, proses isothermal dinyatakan dengan rumus:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

Sedangkan proses perpindahan panas dari suatu sistem ke sistem lainnya yang melakukan kerja dapat dinyatakan dengan rumus:

$$Q = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \text{ dan } PV = nRT$$

$$\therefore Q_{1 \rightarrow 2} = P_2 V_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (2)$$

Lalu ada proses termodinamika lainnya yaitu isobarik. Proses isobarik adalah proses termodinamika dimana tekanannya konstan ($\Delta P = 0$). Panas dipindahkan ke sistem yang melakukan kerja namun juga mengubah energi dalam sistem. Menurut hukum gas ideal, proses isobarik dinyatakan dengan rumus :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (3)$$

Sedangkan proses perpindahan panas dari suatu sistem ke sistem lainnya yang melakukan kerja dapat dinyatakan dengan rumus:

$$Q = n C_p \Delta T, \text{ tetapan gas diatomic } C_p = \frac{7}{2} R, \text{ dan } nR = \frac{PV}{T}$$

$$\therefore Q_{1 \rightarrow 2} = \left(\frac{7}{2}\right) \frac{P_2 V_2}{T_2} (T_1 - T_2) \quad (4)$$

Hukum pertama termodinamika adalah suatu pernyataan mengenai hukum universal dari kekekalan energi dan mengidentifikasikan perpindahan panas sebagai suatu bentuk perpindahan energi. Pernyataan paling umum dari hukum pertama termodinamika ini berbunyi: “Kenaikan energi internal dari suatu system termodinamika sebanding dengan jumlah energi panas yang ditambahkan kedalam system dikurangi dengan kerja yang dilakukan oleh sistem terhadap *lingkungannya*”

Teori efisiensi maksimum mesin panas hanya bergantung pada suhu reservoir panas (T_h) dan suhu reservoir dingin (T_c). Efisiensi maksimum:

$$e = \left(1 - \frac{T_c}{T_h}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Efisiensi yang sebenarnya didefinisikan sebagai

$$e = \frac{W}{Q_h} \times 100\% \quad (6)$$

dengan :

W adalah kerja yang dilakukan oleh mesin panas pada lingkungan

Q_h adalah panas yang diambil dari reservoir panas.

III. PERALATAN PERCOBAAN

- 1 Heat Engine/Gas Law Apparatus
- 1 Large Rod Stand
- 1 Ohaus Slotted Mass Set (Need 200 g mass only)
- 1 Massa (10g)
- 1 Massa (20g)
- 1 Mass Hanger
- 2 Plastic containers (3 liters) for hot and cold water
- 1 Thread
- 1 90 cm Long Steel Rod
- 1 Rotary Motion Sensor
- 2 Temperature Sensor
- 1 Low Pressure Sensor

IV. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Susunlah sistem seperti gambar dibawah. (Tanpa ada beban yang menekan piston)



2. Posisikan piston pada jarak 2-3 cm.
3. Pastikan peralatan percobaan terhubung dengan baik dan benar pada komputer.
4. Buka program PASCO CAPSTONE, pilih graph and digits pada quick start menu.
5. Pada grafik sumbu-y ubah menjadi pressure dan pada sumbu-x ubah menjadi volume.
Dua menu select measurement diatas diubah menjadi temperature.

6. Tuangkan air dingin dengan temperature 0°C dan air panas dengan temperature 80°C ke dalam 2 bak air yang berbeda.
7. Lakukan langkah berikut dan rekam datanya pada komputer.
 - A \rightarrow B : Taruh beban 200gr diatas piston.
 - B \rightarrow C : Pindahkan batang alumunium dari bak air dingin ke air panas.
 - C \rightarrow D : Angkat dan pindahkan beban 200gr.
 - D \rightarrow A : Pindahkan batang alumunium dari bak air panas ke air dingin.

V. TUGAS & PERTANYAAN

1. Sebut dan jelaskan proses yang terjadi pada diagram ABCD! Apakah pengaruh beban yang digunakan?
2. Hitung Q_H , saat terjadi ekspansi gas secara isobaric pada B ke C dan ekspansi isothermal pada C ke D!
3. Hitung total kerja yang dilakukan gas dengan mengukur luas yang ada di dalam kurva!
4. Hitunglah efisiensi kerja dari percobaan menggunakan rumus (5). Hitunglah efisiensi kerja yang dihasilkan oleh gas/ energy panas yang dihasilkan dari reservoir menggunakan rumus (6). Bandingkan keduanya!

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Kroemer, Herbert; Kittel, Charles (1980). Thermal Physics (2nd ed.). W. H. Freeman Company.
2. Callen, H.B. (1960/1985). Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, (1st edition 1960) 2nd edition 1985, Wiley, New York.
3. Adkins, C. J.(1983). Equilibrium Thermodynamics. Cambridge University Press.