

# **PRAKTIKUM FISIKA**

**(TKO 2120)**



**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2006**

**PEMBAGIAN TUGAS PRAKTIKUM FISIKA (OTO 109)**  
**MAHASISWA STRATA-1 PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF**  
**DAN DIPLOMA-3 TEKNIK OTOMOTIF**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2005/2006**  
**KLAS /GROUP: A, B (REGULER)**  
**C, D, E, F, G (NON REGULER)**

Pertemuan Ke:	Topik Praktikum (LE ke: )				Keterangan
	Klp. I	Klp. II	Klp. III	Klp. IV	
1	01	02	03	04	LE-01: MEKANISME PISTON DAN ENKOL
2	02	03	04	01	LE-02: MOMEN POROS ENKOL
3	03	04	01	02	LE-03: HUKUM HOOKE I (Pegas)
4	04	01	02	03	LE-04: HUKUM HOOKE II (Karet)
5	<b>RESPONSI 1</b>				LE-05: GAYA SENTRIFUGAL
6	05	06	07	08	LE-06: PUTARAN KRITIS
7	06	07	08	05	LE-07: VISKOSITAS OLI
8	07	08	05	06	LE-08: BANDUL MATEMATIS
9	08	05	06	07	LE-09: PEMUAIAN LINIER
10	<b>RESPONSI 2</b>				LE-10: HUKUM GAY LUSSAC
11	09	10	11	12	LE-11: PEMUAIAN GAS PADA VOLUME TETAP
12	10	11	12	09	LE-12: PANAS JENIS LOGAM
13	11	12	09	10	LE-13: PANAS PENGUAPAN
14	12	09	10	11	LE-14: VOLATILITAS BAHAN BAKAR
15	13	13	14	14	
16	14	14	13	13	

**KETERANGAN:**

1. Pada pertemuan ke-1 didahului dengan penjelasan tentang: tata tertib praktikum di lab, teori ralat, pembuatan laporan resmi dan responsi praktikum
2. Laporan resmi dibuat secara kelompok dengan tulisan rapi dan terbaca, diketik dengan ukuran kertas kuarto serta diberi sampul/kover dengan judul
3. Laporan resmi dikumpulkan secepatnya agar dapat langsung dinilai sehingga tidak tertunda-tunda nilai akhirnya
4. Responsi dapat dilakukan pada pertemuan ke-5, ke-10 dan ke-13 atau sekaligus pada pertemuan ke 13
5. Responsi berbentuk tes tertulis tentang praktikum selama 30 s.d. 40 menit dengan bobot nilai total 25 %
6. Nilai akhir praktikum = (3 Nilai Laporan Resmi + Nilai Responsi): 4

**Sistematika Laporan Resmi:**

- A. **Judul** Praktikum (sesuai lembar praktikum)
- B. **Tujuan Praktikum** (sesuai lembar praktikum)
- C. **Teori Dasar Singkat** (sesuai lembar atau diringkas)
- D. **Data Pengamatan** (sesuai dengan tabel pada lembar praktikum)
- E. **Analisis dan Pembahasan** (perhitungan<sup>2</sup>, dengan teori ralat, kalau ada)
- F. **Kesimpulan** (hasil praktikum)
- G. **Kepustakaan /Lampiran** (Laporan Sementara)

Yogyakarta, 01 Februari 2005

Koordinator Praktikum Fisika

S1 PTO dan D3 Teknik Otomotif FT-UNY

**AGUS BUDIMAN, M.Pd., M.T.**

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 01	MEKANISME PISTON DAN ENKOL	SEM 1	2 SKS
-----------	--------------------------	----------	----------------------------	----------	----------

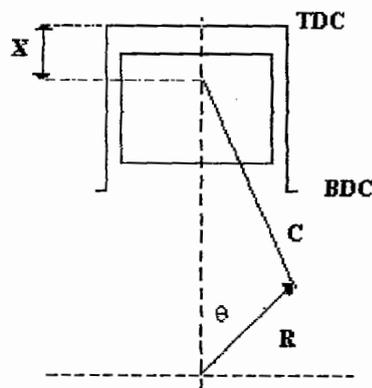
TUJUAN:

1. Menentukan letak kedudukan piston pada sudut engkol tertentu.
2. Menjelaskan pengaruh panjang batang piston terhadap posisi, kecepatan dan percepatan piston.
3. Menentukan sudut engkol pada saat piston mencapai kecepatan maksimum.

DASAR TEORI:

Pada motor bakar, tenaga yang diperoleh dari reaksi pembakaran bahan bakar mengakibatkan piston bergerak translasi (lurus bolak-balik) antara TDC dan BDC. Tenaga gerak piston ini dari gerak translasi dirubah menjadi tenaga gerak putaran mesin dengan bantuan engkol dan batang piston. Dalam perencanaan mesin dikehendaki ukuran panjang batang piston sependek mungkin agar diperoleh ukuran mesin yang kecil.

Ukuran panjang batang piston itu ternyata berpengaruh besar terhadap gerakan piston, yaitu bahwa kecepatan dan percepatan sebelum dan sesudah melewati tengah-tengah langkahnya berbeda.



Kedudukan piston :

$$X = R (1 - \cos \theta) + \frac{R^2}{4C} (1 - \cos 2\theta)$$

Kecepatan piston :

$$V = R \omega \left( \sin \theta + \frac{R}{2C} \sin 2\theta \right)$$

Percepatan piston:

$$a = R \omega^2 \left( \cos \theta + \frac{R}{C} \cos 2\theta \right)$$

dan  $\omega = \frac{2\pi n}{60}$

Keterangan:

R = jari-jari engkol ( mm)

C = Panjang batang engkol (mm)

$\theta$  = sudut engkol ( ° )

$\omega$  = Kecepatan sudut engkol (rad/dt)

n = Jumlah putaran poros mesin (rpm)

ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Piston crank mechanism
2. Jangka sorong

LANGKAH KERJA:

1. Kendorkan mur-mur pengikat piringan engkol dan masukkan pena pengunci pada lubang pengunci piringan sudut engkol.
2. Letakkan piston pada posisi di BDC, pastikan kedudukan itu dengan menempatkan angka nol sudut engkol tepat pada garis penunjuk.
3. Putar engkol ke kanan (searah jarum jam) sehingga piston bergerak naik dari BDC ke TDC. Catat kedudukan piston, jarak BDC, setiap penambahan sudut engkol.
4. Lakukan hal yang sama seperti langkah no. 3 untuk gerakan piston dari TDC ke BDC
5. Ukurlah panjang batang piston dan jari-jari engkolnya.

DATA PENGAMATAN:

Gerak piston dari BDC ke TDC		Gerak piston dari TDC ke BDC	
Kedudukan engkol dari BDC (dalam °)	Kedudukan piston dari BDC (dalam mm)	Kedudukan engkol dari TDC (dalam °)	Kedudukan piston dari TDC (dalam mm)

### TUGAS:

1. Dengan data yang diperoleh, hitunglah jarak piston dari BDC ke TDC dan sebaliknya menurut teori.  
Kemudian bandingkan hasil teori dan hasil pengamatan serta bagaimanakah kesimpulannya.
2. Buatlah grafik kecepatan dan percepatan piston terhadap posisi langkahnya (teoritis) untuk putaran  $n = 500$  rpm dan juga  $n = 1000$  rpm.
3. Tentukan kedudukan sudut engkol pada saat kecepatan dan percepatan piston maksimum.
4. Bagaimanakah pengaruh panjang batang piston terhadap posisi, kecepatan dan percepatan piston.

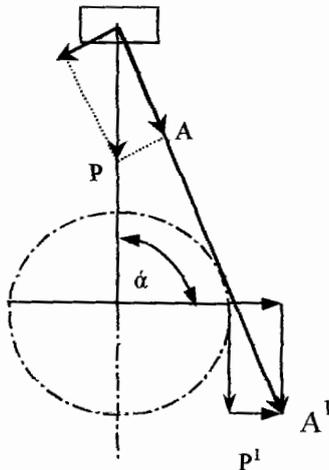
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 02	MOMEN POROS ENKOL	SEM 1	2 SKS

### TUJUAN:

1. Menentukan hubungan antara sudut engkol dengan besarnya momen.
2. Menentukan besarnya sudut engkol sewaktu terjadi momen maksimum.
3. Menentukan secara grafis hubungan antara panjang batang piston (*connecting rod*) dengan sudut engkol saat terjadinya momen maksimum.

### DASAR TEORI:

Pada motor bakar, terdapat perlengkapan mekanisme piston dan poros engkol yang berfungsi untuk mengubah panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran menjadi energi mekanik. Energi panas proses pembakaran di dalam silinder menghasilkan tekanan yang tinggi dan mendorong piston bergerak translasi. Gerakan translasi ini selanjutnya dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol. Gerak putar pada poros engkol terjadi karena adanya momen.



Momen = gaya tegak lurus lengan engkol x panjang lengan Engkol

$$M = P' \times L \quad (\text{N.m})$$

Besarnya momen yang terjadi akan bervariasi dengan berubahnya  $P'$ .

Pada waktu lengan engkol dengan batang piston segaris,

yaitu pada waktu piston di TDC atau di BDC, besarnya  $P'$  sama dengan nol. Oleh karena itu pada kedua titik tersebut momennya juga sama dengan nol.

Momen maksimum akan terjadi sewaktu besarnya  $P'$  sama dengan  $A$ , yang dalam hal ini gaya  $A$  merupakan gaya uraian hasil pembakaran bahan bakar. Pada titik di mana  $P' = A$  tersebut merupakan titik puncak, sehingga sebelum dan sesudahnya makin kecil sampai akhirnya nol di TDC dan di BDC.

Apabila diperhatikan katup buang dibuka sebelum piston mencapai BDC, dan pada saat tersebut momen yang terjadi pada poros engkol sudah tidak dapat menambah putaran poros engkol lagi.

### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. *Piston crank mechanism.*
2. Bobot timbangan (beban)
3. Timbangan
4. Mistar

### LANGKAH KERJA:

1. Siapkan alat dan perlengkapan yang akan dipergunakan.
2. Lepaskan kedua pengunci piringan pengukur.
3. Matikan lengan engkol di TDC.
4. Amati, apakah terdapat ketidakseimbangan.
5. Pindahkan engkol di BDC.
6. Amati lagi keseimbangannya (apabila tidak seimbang berikan beban agar seimbang antara kanan dan kiri)
7. Ukur panjang lengan engkol (L)
8. Ukur titik pusat engkol sampai tempat beban (L')
9. Matikan lengan engkol pada sudut 5° engkol.
10. Beri beban sampai piringan seimbang kembali (catat besarnya beban yang dipasang)
11. Ulangi langkah 9 dan 10 sampai akhirnya lengan engkol mencapai BDC dan catat hasil pengukuran ke dalam tabel berikut.
12. Ukurlah beban yang dipasang di atas piston.
13. Kembalikan alat dan perlengkapan seperti semula.

### DATA PENGAMATAN:

Sudut engkol sesudah BDC (°)	Massa beban pengimbang (gram)	Momen yang terjadi (N.m)
5		
10		
15		
dst.		

### TUGAS:

1. Pada sudut berapakah momen maksimum terjadi ?
2. Berapakah penyimpangan yang terjadi dibandingkan dengan teorinya?
3. Buatlah analisis secara grafis pada lengan engkol yang sama dengan memvariasikan panjang batang piston. Apakah ada hubungan antara panjang batang piston dengan sudut momen maksimum?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3-TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 03	HUKUM HOOKE I (Pegas)	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

1. Menentukan hubungan antara gaya (tarik dan tekan) dengan pertambahan panjang atau perpendekan sebuah pegas spiral.
2. Menentukan besarnya konstanta pegas (k).

DASAR TEORI:

Robert Hooke telah menyelidiki bahwa pada suatu bahan terdapat hubungan antara pengaruh gaya yang diberikan terhadap perubahan panjangnya. Perubahan panjang tersebut tergantung dari besarnya gaya yang diberikan asal masih dalam batas-batas tertentu (batas proporsional).

Hukum yang ditemukan Robert Hooke tersebut diformulasikan ke dalam suatu persamaan:

$$\Delta l = \frac{F l_0}{E.A} \quad (3-1)$$

Dalam hal ini:

- $\Delta l$  = Pertambahan panjang =  $|l_0 - l|$
- F = Gaya yang bekerja
- $l_0$  = Panjang mula-mula
- l = Panjang sekarang
- E = Modulus elastisitas atau modulus Young
- A = Luas penampang (sebelum dibebani)

Persamaan (3-1) di atas dapat diubah menjadi:

$$F = \frac{E.A}{l_0} \Delta l \quad (3-2)$$

Oleh Robert Hooke prinsip ini dicobakan pada suatu pegas spiral. Besaran-besaran E, A dan  $l_0$  tersebut pada pegas spiral sulit diukur/dihitung sehingga besaran-besaran di atas ditulis dengan satu simbol k, yang disebut sebagai konstanta pegas. Oleh karena itu persamaan (3-2) dapat ditulis:

$$F = k. \Delta l \quad (3-3)$$

Besaran k dalam satuan N/m atau dyne/cm atau juga lb/in (tergantung sistem satuannya).



Pegas tarik



Pegas tekan

### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Pegas untuk beban tarik (kecil) dan tekan (besar)
2. Beban (anak timbangan) yang bermacam-macam
3. Pengukur panjang (mistar lipat atau mistar geser atau mistar gulung)
4. Stand beban tarik dan beban tekan

### LANGKAH KERJA:

Langkah kerja ini masing-masing untuk pegas tarik dan tekan:

1. Ukurlah panjang pegas mula-mula sebelum percobaan.
2. Pasanglah pegas tersebut pada stand.
3. Berilah beban tertentu sedikit.
4. Ukurlah panjang pegas sekarang.
5. Catatlah panjang pegas sekarang, penambahan panjang dan beban sekarang.
6. Ulangi langkah 3, 4, 5 dengan menggunakan beban berbeda-beda dan berangsur-angsur naiknya (beban ini jangan sampai membuat pegas bertambah panjang permanen/rusak/putus).
7. Kembalikan alat dan perlengkapan seperti semula.

### DATA PENGAMATAN:

No.Urut Percob.	Beban (F)	Panjang mula-mula ( $l_0$ )	Panjang sekarang (l)	Pertambahan panjang ( $\Delta l$ )

### TUGAS:

1. Hitunglah konstanta pegas (k).
2. Gambarlah grafik hubungan antara pertambahan panjang (sebagai absis) dengan beban (sebagai ordinat)
3. Tentukan letak beban maksimum (berdasarkan grafik).
4. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi besarnya konstanta pegas k tersebut.
5. Apakah hukum Hooke tersebut berlaku pada pegas spiral ini ? Berilah alasannya.
6. Bagaimanakah kesimpulan percobaan ini.

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 04	HUKUM HOOKE II (Karet)	SEM 1	2 SKS

### TUJUAN:

1. Menentukan hubungan antara gaya (tarik) dengan penambahan panjang pada karet.
3. Menentukan besarnya modulus Young (E) pada karet.

### DASAR TEORI:

Pada teori dasar tentang elastisitas bahan, diperoleh suatu hukum Hooke yang menyatakan bahwa apabila suatu bahan ditarik (dengan diberi gaya) maka bahan tersebut akan mengalami pertambahan panjang.

Besarnya pertambahan panjang ( $\Delta l$ ) tersebut adalah:

1. Berbanding lurus dengan gaya yang diberikan (F)
2. Berbanding lurus dengan panjang mula-mula ( $l_0$ )
3. Berbanding terbalik dengan luas penampang batang (A)
4. Tergantung pada macam bahan

Secara matematis hukum tersebut dapat ditulis:

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{A} C \quad (4-1)$$

C adalah merupakan konstanta bahan yang berbeda-beda untuk tiap macam bahan dan harganya sangat kecil. Oleh karena itu dalam perhitungan diambil harga kebalikannya dan diberi simbol E.

Dengan demikian :

$$E = \frac{1}{C}, \text{ sehingga } C = \frac{1}{E}$$

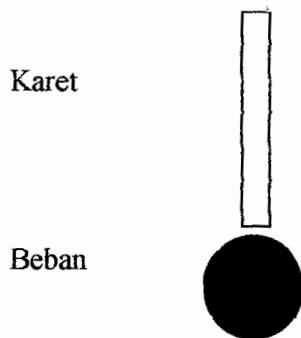
Persamaan (4-1) dapat ditulis menjadi:

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot A} \quad (4-2)$$

Dalam hal ini:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \epsilon \text{ (baca: Epsilon) disebut } \underline{\text{regangan}} \text{ (strain)}$$

$$\frac{F}{A} = \sigma \text{ (baca: Sigma) disebut } \underline{\text{tegangan}} \text{ (stress)}$$



Persamaan (4-2) berubah menjadi:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{F}{A} = \frac{1}{E} \text{ atau dapat ditulis dengan:}$$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (4-3)$$

atau :

$$E = \sigma / \epsilon \quad (4-4)$$

E disebut dengan Modulus Elastisitas atau Modulus Young, dengan satuan  $\text{N/m}^2$  atau Pascal (Pa), dan  $\text{dyne/cm}^2$ .

#### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Stand penggantung
2. Jangka sorong
3. Mistar
4. Karet
5. Beban (anak timbangan)
6. Timbangan.

#### LANGKAH KERJA:

1. Siapkan stand penggantung.
2. Siapkan karet yang akan dicoba.
3. Ukurlah panjang karet mula-mula ( $l_0$ ), diukur dari ujung paku penggantung yang satu ke ujung paku penggantung yang lain.
4. Ukurlah luas penampang karet (A).
5. Gantungkan karet yang akan dicoba ke stand penggantung.
6. Berilah gaya (beban) tertentu yang kecil ke ujung karet bagian bawah .
7. Catatlah pertambahan panjang ( $\Delta l$ ) dan besarnya gaya (F) pada karet tersebut.

8. Ulangi langkah 6 dengan menambahkan beban sedikit demi sedikit sampai maksimum (jangan sampai mengalami perpanjangan tetap/rusak/putus).
9. Lepaskan beban dan ukur panjangnya.
10. Ulangi percobaan ini beberapa kali.
11. Kembalikan alat dan pelengkap seperti semula.

DATA PENGAMATAN:

No.Urut Percob.	Beban (F)	Panjang mula-mula (l <sub>0</sub> )	Panjang sekarang (l)	Pertambahan panjang ( $\Delta l$ )

TUGAS:

1. Gambarlah grafik hubungan antara gaya (sebagai ordinat) dan pertambahan panjang (sebagai absis).
2. Apakah antara perubahan gaya dan pertambahan panjang pada grafik tersebut sebanding ?
3. Tentukan letak gaya maksimumnya.
4. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi besarnya tetapan bahan karet (C).
5. Setelah beban diambil dari percobaan, bagaimanakah panjang karet sekarang? Berilah alasannya.
6. Apakah hukum Hooke berlaku pada percobaan ini?
7. Bagaimanakah kesimpulan percobaan ini?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3-TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 05	GAYA SENTRIFUGAL	SEM 1	2 SKS

**TUJUAN:**

1. Menentukan besar gaya sentrifugal secara teoritis dan secara praktis.
2. Menentukan hubungan antara besarnya gaya sentrifugal dengan kecepatan putar (rpm)
3. Menentukan hubungan antara besarnya gaya sentrifugal dengan massa benda putar.

**DASAR TEORI:**

Sebuah benda yang berputar (rotasi) mempunyai gaya lempar keluar menjauhi titik pusat putaran, yang disebut Gaya Sentrifugal. Gaya sentrifugal ini timbul karena setiap benda yang berputar mempunyai percepatan sentrifugal, sebesar:

$$a_c = R \omega^2 \quad (5-1)$$

Bila massa benda yang berputar  $m$ , maka besarnya gaya sentrifugal:

$$F_c = m a_c \quad \text{atau} \quad F_c = m R \omega^2 \quad (5-2)$$

Dalam hal ini:

$m$  = massa benda yang berputar (kg)

$\omega$  = kecepatan sudut putaran ( rad/dt)

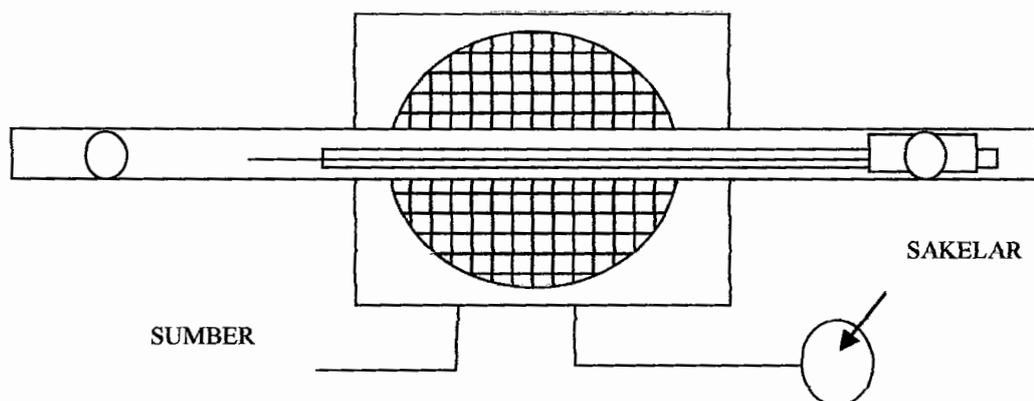
$R$  = jari-jari putaran benda (m)

$$\omega = \frac{2\pi.n}{60} ; \quad n = \text{putaran benda (rpm)}$$

Konsep gaya sentrifugal ini banyak digunakan pada bidang otomotif, misalnya pada sistem kontrol dan timing.

**ALAT DAN PERLENGKAPAN:**

1. Instrumen percobaan gaya sentrifugal (*turn table, truck attachment* termasuk lori dan *railway*)
2. Beban
3. Timbangan
4. *Scale balance*
5. Mistar
6. *Stopwatch* atau *hand tachometer*.



Catatan:

Dalam percobaan ini besarnya gaya sentrifugal yang ditimbulkan, pada waktu benda diputar, secara praktis dapat diamati dengan memperhatikan terlemparnya lori menjauhi titik putar. Jadi gaya sentrifugal ini digunakan untuk meregangkan karet. Dengan memperhitungkan adanya gaya gesek antara lori dan *railway*, maka besarnya gaya sentrifugal secara praktis (dalam percobaan ini) adalah:

Gaya sentrifugal praktis = gaya untuk meregangkan karet + gaya gesek lori terhadap *railway*

Secara matematis ditulis:

$$F_{CP} = k \cdot x + F_g \quad (5-3)$$

$k$  = konstanta pegas (N/m)

$x$  = pertambahan panjang pegas (m)

$F_g$  = gaya gesek lori terhadap *railway* (N)

LANGKAH KERJA:

1. Menyiapkan dan mengontrol alat dan perlengkapan yang akan digunakan.
2. Menimbang beban yang akan digunakan termasuk lorinya.
3. Mencari gaya gesek lori terhadap *railway* ( $F_g$ ) dengan cara sebagai berikut:
  - a. Pasanglah lori dan beban pada *railway*,
  - b. Tariklah dengan *scale balance* hingga hampir bergerak. Penunjukan *scale balance* adalah besarnya gaya gesek lori terhadap *railway*.
  - c. Atau gaya gesek tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_g = \mu N \quad (5-4)$$

Dalam hal ini:

$N$  = gaya normal lori

$\mu$  = koefisien gesek lori terhadap *railway*, atau juga.

= tangens sudut kemiringan *railway* saat lori hampir bergerak.

4. Mencari konstanta karet pemegang lori ( $k$ ), dengan cara sebagai berikut:
  - a. Lepaskan karet pemegang lori, pegang salah satu ujungnya dan gantungkan beban  $F_1$  di ujung lainnya, sehingga karet itu lurus. Kemudian ukur panjang karet itu ( $l_1$ )
  - b. Tambahkan beban pada  $F_1$  menjadi  $F_2$  dan kemudian ukur panjang karet ( $l_2$ )
  - c. Besarnya konstanta karet tersebut:

$$k = \frac{F_2 - F_1}{l_2 - l_1}$$

5. Mengukur jarak antara titik sumbu putar terhadap titik berat lori sebelum berputar  $R$ , dengan cara sebagai berikut:
  - a. Pasanglah karet lori dan beban pada *railway* dan luruskan karet kemudian ukurlah  $R_1$

- b. Berikan beban pengimbang pada sisi lain agar putaran *turntable* seimbang.
6. Memutar dan menghitung kecepatan putar *turntable*, dengan cara sebagai berikut:
- Dengan *stopwatch* dapat dihitung jumlah putaran tiap satu menit
  - Atau dapat pula dihitung dengan memasang *hand tachometer* pada poros *turntable*
7. Mengukur radius putar lori R dan perpanjangan karet (x), dengan cara sebagai berikut:
- Hentikan *turntable*, dan ukurlah jarak dari titik putar terhadap titik berat lori (R)
  - Perpanjangan karetnya :

$$x = R - R_1$$

8. Ulangilah percobaan di atas dengan:
- Variasi rpm
  - Variasi beban

DATA PENGAMATAN:

$$F_g = \quad F_1 = \quad I_1 =$$

$$K = \quad F_2 = \quad I_2 =$$

Percobaan		m	Rpm	R	R <sub>1</sub>	x
I	1					
	2					
	3					
II	1					
	2					
	3					
III	1					
	2					
	3					

TUGAS:

- Buktikan bahwa :  $a_c = R \omega^2$
- Bandingkan antara besarnya gaya sentrifugal secara teoritis dan secara praktis. Berikan kesimpulannya.
- Buatlah grafik hubungan antara besarnya gaya sentrifugal dengan Rpm.
- Berikan contoh penerapan prinsip percobaan ini dalam bidang otomotif dengan keterangan fungsi dan cara kerjanya.

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3-TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 06	PUTARAN KRITIS	SEM 1	2 SKS

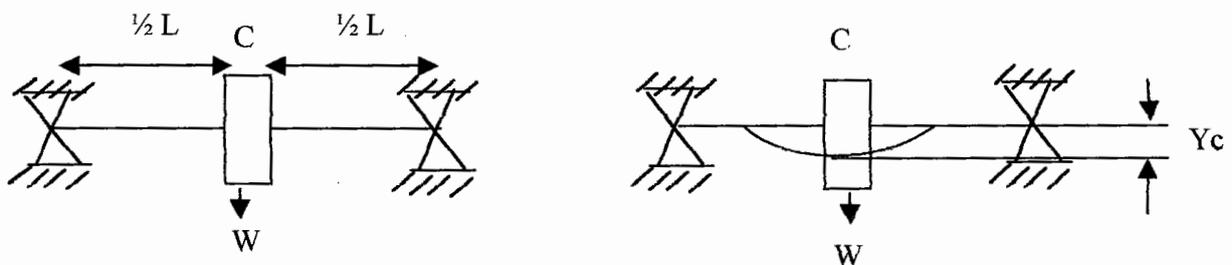
TUJUAN:

1. Menentukan putaran kritis poros dengan beban tertentu yang terletak di tengah-tengah antara bantalan (tumpuan) poros tersebut.
2. Menentukan putaran kritis poros dengan beban tertentu dengan jarak antara bantalan yang berbeda-beda.
3. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi putaran kritis.
4. Menerangkan penerapan putaran kritis pada bagian motor mobil.

DASAR TEORI:

Putaran kritis adalah putaran yang berbahaya bagi sebuah poros mesin, baik pada poros transmisi atau pada gabungan poros transmisi dan poros pendukung. Hal tersebut disebabkan oleh karena pemusarannya yang sangat besar dan juga mengalami lendutan/defleksi karena beban sentrifugal. Kondisi ini harus dihindari sebab di atas putaran putaran kritis poros tersebut akan patah.

Beban pada poros tersebut biasanya berupa roda gigi atau berupa puli yang mempunyai berat tertentu.



a). Apabila massa poros diabaikan, putaran kritis ditunjukkan dengan persamaan:

$$n_c = 29,91 \sqrt{\frac{I}{y_c}} \quad (6-1)$$

Dalam hal ini:

$n_c$  = putaran kritis (rpm)

$y_c$  = lendutan/defleksi statis di tempat beban (m)

Besarnya defleksi untuk beban yang berada di tengah-tengah antara bantalan:

$$y_c = \frac{Wl^3}{48EI} \quad (6-2)$$

maka:

$$n_c = 29,91 \sqrt{\frac{48EI}{Wl^3}} \quad (6-3)$$

Dalam hal ini:

E = Modulus elastisitas bahan poros ( $N/m^2$ ; Pa)

I = Momen inersia luas bahan poros (tergantung bentuk penampang)( $m^4$ )

=  $(\pi d^4)/64$  (untuk poros berbentuk bundar)

l = Panjang antara bantalan (m)

b) Apabila massa poros diperhitungkan, putaran kritis dihitung dengan:

$$n_c = 29,91 \sqrt{\frac{1}{y}} \quad (6-4)$$

$$y = y_{POROS} + y_{ROTOR} \quad (6-5)$$

$$y_{POROS} = \frac{5}{384} \frac{mgl^4}{E.I.I} \quad (6-6)$$

$\frac{mg}{l}$  = bobot poros tiap meter

$$y_{ROTOR} = \frac{Wl^3}{48EI} \quad (6-7)$$

#### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Alat pemusar poros
2. Bobot/beban/rotor
3. Mistar geser
4. Mistar gulung
5. Sampel poros
6. Alat dan perlengkapan lain

Perhatian/catatan:

1. Harap diperhatikan kesesuaian tegangan listrik pada sumber dan alatnya.
2. Harap tidak menambah putaran apabila telah mencapai putaran kritis.

LANGKAH KERJA:

1. Mempersiapkan unit alat pemusar poros.
2. Cek kesesuaian antara tegangan sumber dan alatnya.
3. Mengukur diameter poros dan identifikasikan bahan poros.
4. Memasang poros tersebut di antara bantalan
5. Mengukur jarak antara bantalan.
6. Meletakkan beban/rotor dengan memasukkannya pada poros.
7. Menempatkan rotor tepat di tengah-tengah antara bantalan dan mengencangkan pada poros.
8. Memasang sumber arus.
9. Memutar potensio (*switch*) pada alat *speed meter* sedikit demi sedikit agar putaran bertambah.
10. Membiarkan sebentar posisi potensio pada putaran kritis (pada kondisi poros dengan getaran terbesar).
11. Mencatat data putaran kritis pada *speed meter*.
12. Memutar kembali potensio ke posisi semakin kecil putarannya sehingga putaran berhenti.
13. Mengulang langkah-langkah di atas minimal 3 kali.
14. Mengulang langkah-langkah di atas untuk jarak bantalan berbeda.
15. Mengulang langkah-langkah di atas dengan beban/rotor ganda.
16. Merapikan alat kembali.

DATA PENGAMATAN:

Percob.Ke	W	l	d	E	y	$n_c$	Massa poros

TUGAS:

1. Hitunglah putaran kritis
2. Bandingkan putaran kritis teoritis dengan data praktikum.
3. Carilah faktor-faktor yang mempengaruhi putaran kritis.
4. Carilah contoh penerapan putaran kritis dalam bidang otomotif.
5. Bagaimanakah pengaruh massa poros sendiri?
6. Buatlah kesimpulan keseluruhan.

D3-TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 07	VISKOSITAS OLI	SEM 1	2 SKS
-------	--------------------------	----------	----------------	----------	----------

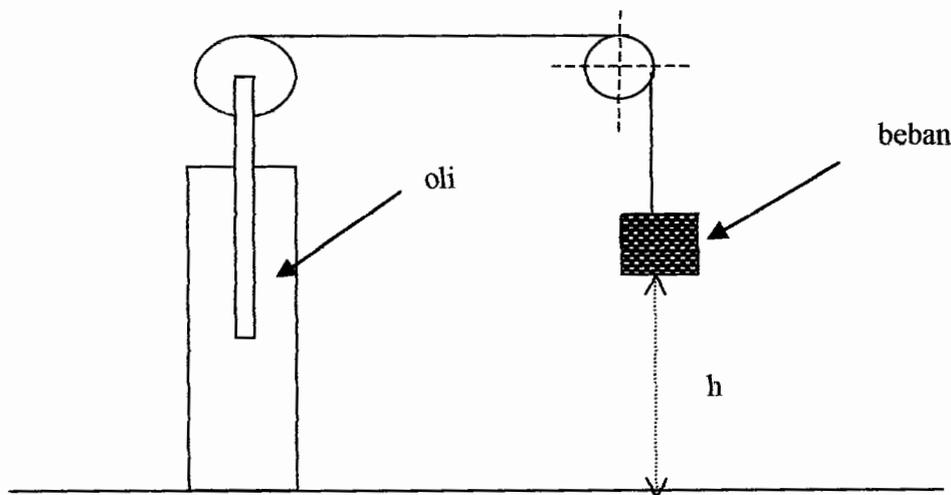
TUJUAN:

1. Menentukan viskositas atau kekentalan oli dari beberapa jenis oli (SAE berbeda)
2. Menerangkan pengaruh perubahan suhu terhadap viskositas oli.

DASAR TEORI:

Viskositas atau kekentalan fluida cair dapat diartikan sebagai gesekan antara satu bagian dengan bagian lain dalam fluida. Dalam fluida kental diperlukan gaya untuk menggeser satu bagian fluida terhadap yang lain. Berdasarkan prinsip ini maka suatu lapisan tipis fluida yang dikenai gaya geser akan mengalami tegangan geser dan regangan geser sebagaimana pada zat padat. Setiap fluida baik zat gas maupun zat cair termasuk oli mempunyai viskositas karena di dalam fluida partikel-partikel saling bergesekan atau bertumbukan.

Untuk menentukan kekentalan fluida (termasuk oli) digunakan satu alat yang disebut *viscosimeter*. Alat ini berupa dua buah silinder konsentris, yaitu silinder A sebagai wadah (stator) dan silinder B sebagai pemutarnya (rotor). Ruang di antara dua silinder (anulus) tersebut merupakan



tempat oli yang akan diukur viskositasnya. Silinder B dililiti tali yang pada ujung lainnya digantungi beban. Jika beban dilepaskan maka mula-mula beban akan turun dipercepat, selanjutnya karena gesekan antara oli dengan silinder B tersebut maka gerakan akan konstan.

Bila anulus tersebut sangat sempit, maka oli dapat dianggap berada di antara dua lempengan yang salah satu lempengannya dapat digerakkan.

Distribusi kecepatan

F

L

Tegangan geser lapisan oli akan sebanding dengan gradien kecepatan geraknya, yaitu:

$$\tau = \mu \frac{dU}{dy} \quad (7-1)$$

Tegangan geser  $\tau$  untuk fluida Newton (termasuk oli dianggap fluida Newton) berbanding langsung dengan viskositas  $\mu$ .

Karena  $\tau = F/A$  yang dalam hal ini  $F =$  gaya gesekan (dyne)

$A =$  luas bidang gesekan ( $\text{cm}^2$ )

$dU = V =$  kecepatan gerakan ( $\text{cm}/\text{dt}$ )

$dy = L =$  tebal lapisan oli dalam anulus ( $\text{cm}$ )

$\mu =$  viskositas dinamik (poise)

maka berdasarkan persamaan (1):

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{V}{L} \quad (7-2)$$

atau: 
$$\mu = \frac{FL}{AV} \quad (7-3)$$

Perhitungan : 
$$\mu = \frac{FL}{AV}$$

Berdasarkan beban pemutar : 
$$F = m g \quad (7-4)$$

Celah antara stator dan rotor: 
$$L = \frac{Ds - Dr}{2} \quad (7-5)$$

Luas bidang gesekan: 
$$A = \pi Dr l \quad (7-6)$$

Kecepatan puli pada  $n$  rpm: 
$$V_p = \frac{\pi D_p n}{60} \quad (7-7)$$

Kecepatan rotor  $V$  dicari sbb.:

$$\frac{V}{V_p} = \frac{\pi D_r n}{\pi D_p n}$$

$$V = \frac{D_{rotor}}{D_{puli}} V_{puli} \quad (7-8)$$

Atau dihitung dengan prinsip jatuh bebas: 
$$V = g t \quad (7-9)$$

atau bila  $h = \frac{1}{2} g t^2$  maka:

$$V = \sqrt{2gh} \quad (7-10)$$

### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Viscosimeter
2. Stand
3. Panci pemanas oli
4. Pemanas (kompor listrik)
5. Termometer air raksa
6. Beban
7. Stopwatch
8. Oli (tiga macam SAE)

### LANGKAH KERJA:

1. Masukkan oli ke dalam viscosimeter sampai penuh
2. Pasanglah viscosimeter tersebut pada stand
3. Pasanglah panci pemanas pada viscosimeter dan jagalah agar bagian bawah viscosimeter tidak menyentuh dasar panci pemanas
4. Isilah panci pemanas dengan air sampai bagian viscosimeter yang terendam air cukup tinggi
5. Nyalakan pemanas (kompor listrik) untuk memanaskan air dalam panci yang sekaligus juga memanaskan oli dalam viscosimeter.
6. Panaskan oli dalam viscosimeter dan pertahankan pada suhu kira-kira  $54,5^{\circ}\text{C}$  atau  $130^{\circ}\text{F}$  (diukur dengan termometer yang dimasukkan ke dalam salah satu lubang pada viscosimeter)
7. Setelah suhu oli mencapai  $54,5^{\circ}\text{C}$ , lepaskan termometer dari viscosimeter
8. Pasanglah beban (mulai yang ringan) pada ujung tali, untuk mencari  $F = mg$
9. Ukur jarak yang akan ditempuh beban ( $h$ )
10. Menentukan kecepatan lempengan (yang berarti kecepatan rotor), dengan cara mengukur kecepatan puli ( $V_p$ ). Kecepatan puli dapat ditentukan dengan mengukur waktu yang ditempuh beban ( $t$ ), atau dengan mengukur jumlah putaran puli ( $n$ ). Berdasar diameter puli ( $D_p$ ), diameter rotor ( $D_r$ ) dan kecepatan puli ( $V_p$ ) maka dapat ditentukan kecepatan rotor ( $V$ )
11. Ulangi langkah 7 s.d. 10 minimal 3 kali untuk suatu jenis oli pada suhu  $54,5^{\circ}\text{C}$
12. Ulangi langkah 7 s.d. 10 minimal 3 kali untuk suatu jenis oli pada suhu di luar  $54,5^{\circ}\text{C}$
13. Ulangi percobaan di atas dengan oli jenis yang lain
14. Buatlah laporan sementara.

### DATA PENGAMATAN:

Data viscosimeter; Diameter dalam wadah/stator:  $D_s = 55 \text{ mm}$   
Diameter luar rotor :  $D_r = 41,2 \text{ mm}$   
Panjang rotor :  $l = 155 \text{ mm}$

Jenis Oli (SAE)	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Massa beban $m$ , (gr)	Kecepatan pul $V_p$ , (cm/dt)	Kecepatan rotor $V$ , (cm/dt)	Viscositas $\mu$ (poise)
			$V_{p1} =$ $V_{p2} =$ $V_{p3} =$	$V_1 =$ $V_2 =$ $V_3 =$	$\mu_1 =$ $\mu_2 =$ $\mu_3 =$

### TUGAS:

1. Gambarlah grafik antara suhu dan kecepatan beban
2. Hitunglah viscositas oli dan bandingkan dengan standarnya.  
SAE 10 pada  $130^{\circ}\text{F}$  ( $54,5^{\circ}\text{C}$ ) viscositasnya 160 – 230 centipoise (cp)  
SAE 20 pada  $130^{\circ}\text{F}$  ( $54,5^{\circ}\text{C}$ ) viscositasnya 230 – 300 cp  
SAE 30 pada  $130^{\circ}\text{F}$  ( $54,5^{\circ}\text{C}$ ) viscositasnya 360 – 430 cp  
Untuk SAE yang lain dapat dicari dari literatur lainnya.  
 $1 \text{ poise} = 1 \text{ dyne-dt/cm}^2 = 100 \text{ cp} = 10^6 \text{ mikropoise}$
3. Bagaimanakah pengaruh suhu terhadap viscositas oli ?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- T0	TKO 2120 PRAKT. FISIKA	LE 08	BANDUL MATEMATIS	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

Menentukan percepatan gravitasi  $g$  di tempat tertentu dengan bandul matematis.

DASAR TEORI:

Percepatan gravitasi  $g$  adalah percepatan yang dialami benda karena beratnya sendiri. Berat benda adalah gaya tarik bumi pada benda tersebut. Gaya ini adalah gaya gravitasi yaitu gaya tarik menarik antara dua massa.

Menurut Newton, gaya gravitasi jagad raya dituliskan dengan persamaan:

$$K = G \frac{mm'}{r^2} \quad (8-1)$$

$K$  = gaya tarik menarik antara massa  $m$  dan  $m'$  dan arahnya menurut garis penghubung kedua pusat massa

$r$  = jarak antar dua massa tersebut

$G$  = tetapan gravitasi, pertama kali diukur oleh Cavendish

$$= 6,670 \times 10^{-8} \text{ dyne cm}^2/\text{gr}^2$$

Hukum ini berlaku untuk semua materi di jagad raya. Jadi menurut hukum ini berat suatu benda adalah:

$$W = G \frac{mM}{r^2} \quad (8-2)$$

Menurut Hk II Newton  $W = m g \quad (8-3)$

Maka:  $g = G \frac{M}{r^2} \quad (8-4)$

Dalam hal ini :

$M$  = massa bumi

$m$  = massa benda

$r$  = jarak antara benda sampai pusat bumi

Untuk benda di muka bumi :

$$g = g_0$$

$$r = R \text{ (jari-jari bumi)}$$

maka persamaan (8-4) menjadi:

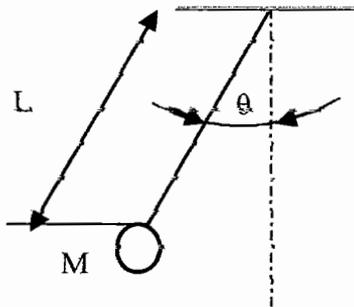
$$g_0 = G \frac{M}{R^2} \quad (8-5)$$

Berdasarkan persamaan (8-4) dan (8-5) maka:

$$g = g_0 \frac{R^2}{r^2} \quad (8-6)$$

ternyata  $g$  di sembarang tempat tidak sama (tergantung jarak benda ke pusat bumi)

Untuk menentukan  $g$  digunakan bandul/ayunan matematis atau ayunan sederhana. Bandul matematis banyak dijumpai sebagai aplikasi gerak osilasi dengan simpangan yang tidak terlalu besar. Sistem ayunan ini terdiri dari satu massa yang digantung pada tali tanpa massa yang tak dapat mulur.



Jika ayunan ditarik ke samping dalam posisi setimbang dan selanjutnya dilepas, maka massa ini akan berayun dalam bidang vertikal di bawah pengaruh gravitasi.

Bila massa benda  $m$  kilogram dan panjang tali  $L$  meter, maka waktu yang digunakan untuk satu kali ayunan (periode ayunan):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (\text{detik}) \quad (8-7)$$

$g$  = percepatan gravitasi setempat ( $\text{m}/\text{dt}^2$ )

Percepatan gravitasi dapat dicari dari:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad (\text{m}/\text{dt}^2) \quad (8-8)$$

Harga standar  $g = 9,8 \text{ m}/\text{dt}^2$

Bila periode  $T$  dapat dicatat dan panjang  $L$  tertentu maka  $g$  dapat ditentukan.

Dalam pelaksanaannya ayunan ini diberi beban logam yang berat digantungkan dengan tali yang sangat ringan. Menentukan  $g$  dengan ayunan ini cukup teliti jika syarat-syarat di bawah ini dipenuhi, yaitu:

- (1) Tali jauh lebih ringan dibandingkan dengan bebannya
- (2) Simpangannya harus kecil ( $\theta < 15^\circ$ )  
(Jika tali terlalu pendek, maka sukar untuk memperoleh  $\theta$  yang kecil)
- (3) Gesekan dengan udara harus sangat kecil sehingga dapat diabaikan
- (4) Gaya puntiran (torsi) harus tidak ada, jadi tali penggantung tidak boleh terpuntir.

ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Alat ayunan matematis
2. Stopwatch
3. Mistar

LANGKAH KERJA:

1. Tetapkanlah kedudukan penjepit tali sehingga jaraknya sampai pusat beban = 100 cm
2. Simpangkanlah beban sehingga membentuk sudut kira-kira 5 sampai 10°, kemudian dilepaskan
3. Ukurlah waktu untuk 10 kali ayunan dengan menekan stopwatch pada saat beban untuk terakhir kali telah melalui titik kesetimbangannya (titik di tengah-tengah lintasan ayunan)
4. Ukurlah kembali panjang tali setiap kali melakukan ayunan
5. Lakukan percobaan di atas minimal tiga kali
6. Ulangi percobaan di atas dengan jarak yang bervariasi, yaitu 50cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm
7. Catat hasil-hasil percobaan di atas.
8. Buatlah laporan sementara.

DATA PENGAMATAN:

Panjang Tali , L (m)	Periode ayunan 1 $T_1$ , (dt)	Periode ayunan 2 $T_2$ , (dt)	Periode ayunan 3 $T_3$ , (dt)	Periode Rata-rata $T$ , (dt)

TUGAS:

1. Tentukan besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut.
2. Hitunglah penyimpangan percepatan gravitasi g dibandingkan dengan g standarnya
3. Bagaimanakah pengaruh panjang talinya ?
4. Bagaimanakah kesimpulan praktikum ini?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

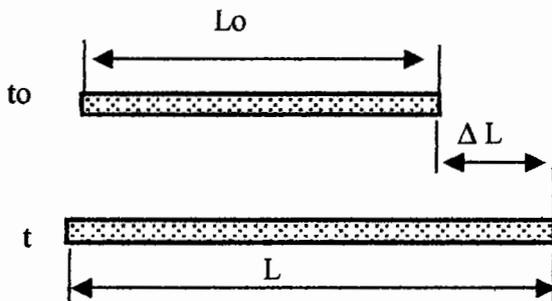
D3-TO	TKO 2120 PRAKT. FISIKA	LE 09	PEMUAIAN LINIER	SEM 1	2 SKS
-------	---------------------------	----------	-----------------	----------	----------

TUJUAN:

Menentukan koefisien muai linier/panjang batang logam

DASAR TEORI:

Ukuran-ukuran semua benda akan bertambah besar jika suhu benda tersebut naik (kecuali beberapa bahan). Pengaruh suhu terhadap perubahan ukuran bahan tersebut dalam dimensi panjang (sb-x), lebar (sb-y) dan tebalnya (sumbu-z). Bila bahan berbentuk kawat atau batang berpenampang kecil dibandingkan panjangnya, perubahan dimensi yang mencolok adalah perubahan panjangnya (linier), sedangkan perubahan penampangnya dapat diabaikan (dianggap tetap).



Bila:  $L_0$  = panjang mula-mula (meter)  
 $t_0$  = suhu mula-mula ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $L$  = panjang sekarang (meter)  
 $t$  = suhu sekarang ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $\Delta L = L - L_0$   
 $\Delta t = t - t_0$

Pertambahan panjang:

$$\Delta L \approx L_0 \Delta t \quad \text{atau}$$

Secara matematis:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t \tag{9-1}$$

Dalam hal ini  $\alpha$  = koefisien muai linier =  $\frac{\Delta L}{L_0 \Delta t} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$  (9-2)

Panjang akhirnya:

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta t) \tag{9-3}$$

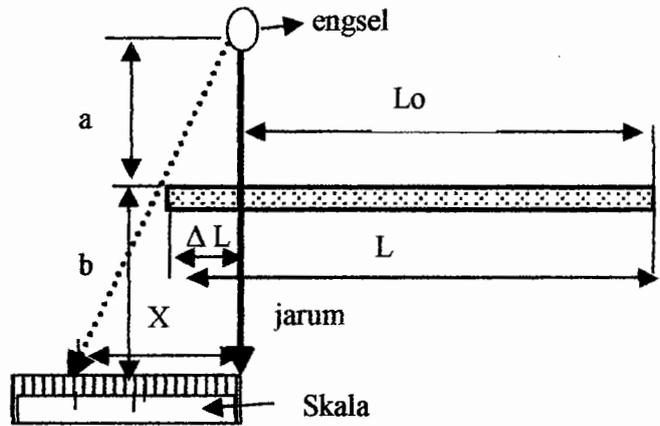
Tiap bahan mempunyai harga  $\alpha$  tertentu.

- Misalnya:  $\alpha$  untuk baja =  $12 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk tembaga merah =  $14 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk kuningan =  $20 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk seng =  $26 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk aluminium =  $24 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$

(Sumber: Sears, FW., 1984: 357)

ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Linear expansion apparatus
2. Pemanas (burner) dari spiritus
3. Termometer air raksa
4. Mistar
5. Batang-batang logam.
4. Stopwatch



LANGKAH KERJA:

1. Siapkan alat pemuaian linear (linear expansion apparatus)
2. Ukurlah panjang awal batang percobaan ( $L_0$ )
3. Pasanglah batang percobaan pada apparatus, usahakan jarum penunjuk apparatus pada posisi yang terkecil (lurus vertikal)
4. Pasanglah termometer dengan alat bantuannya dan catat suhu mula-mula ( $t_0$ )
5. Catatlah posisi jarum penunjuk mula-mula pada skala yang ada
6. Nyalakan pemanas spiritus dan tempatkan pemanas tersebut di bawah batang percobaan yang terpasang pada apparatus
7. Catatlah suhu ( $t$ ) dan pertambahan panjang ( $\Delta L$ ) bahan secara terus menerus dengan cara melihat perubahan posisi jarum penunjuk (Ingatlah, bahwa perubahan posisi jarum penunjuk bukan pertambahan panjang yang sebenarnya, sehingga harus ada perhitungan tersendiri untuk pertambahan panjangnya). Pada langkah ini harus diikuti dengan cermat.
8. Bila telah cukup terkumpul data, matikan pemanas spiritusnya
9. Ulangi langkah-langkah di atas untuk bahan logam yang lain
10. Buatlah laporan sementara

DATA PENGAMATAN:

Jenis bahan	Panjang awal, $L_0$ (mm)	Suhu awal, $t_0$ , ( $^{\circ}\text{C}$ )	Suhu akhir, $t$ , ( $^{\circ}\text{C}$ )	Posisi jarum, $X$ , (mm)	Koefisien muai Linier, $\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}$ )

Panjang batang/jarum penunjuk ( $b$ ) =

Posisi ujung batang percobaan terhadap jarum ( $a$ ) =

TUGAS:

1. Hitunglah  $\Delta L$  dengan rumus segitiga :  $\frac{\Delta L}{X} = \frac{a}{b}$
2. Hitunglah koefisien pertambahan panjang  $\alpha$ .
3. Hitunglah persentase penyimpangan  $\alpha$  antara hasil percobaan dan standarnya.
4. Bagaimanakah kesimpulannya?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 09	PEMUAIAN LINIER	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

Menentukan koefisien muai linier/panjang batang logam

DASAR TEORI:

Ukuran-ukuran semua benda akan bertambah besar jika suhu benda tersebut naik (kecuali beberapa bahan). Pengaruh suhu terhadap perubahan ukuran bahan tersebut dalam dimensi panjang (sb-x), lebar (sb-y) dan tebalnya (sumbu-z). Bila bahan berbentuk kawat atau batang berpenampang kecil dibandingkan panjangnya, perubahan dimensi yang mencolok adalah perubahan panjangnya (linier), sedangkan perubahan penampangnya dapat diabaikan (dianggap tetap).

Bila:  $L_0$  = panjang mula-mula (meter)  
 $t_0$  = suhu mula-mula ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $L$  = panjang sekarang (meter)  
 $t$  = suhu sekarang ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $\Delta L = L - L_0$   
 $\Delta t = t - t_0$

Pertambahan panjang:

$$\Delta L \approx L_0 \Delta t \quad \text{atau}$$

Secara matematis:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t \quad (9-1)$$

Dalam hal ini  $\alpha$  = koefisien muai linier =  $\frac{\Delta L}{L_0 \Delta t} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$  (9-2)

Panjang akhirnya:

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta t) \quad (9-3)$$

Tiap bahan mempunyai harga  $\alpha$  tertentu.

Misalnya:  $\alpha$  untuk baja =  $12 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk tembaga merah =  $14 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk kuningan =  $20 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk seng =  $26 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$   
 untuk aluminium =  $24 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C)}^{-1}$

(Sumber: Sears, FW., 1984: 357)

ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Linear expansion apparatus
2. Pemanas (burner) dari spiritus
3. Termometer air raksa
4. Mistar
5. Batang-batang logam.
4. Stopwatch

LANGKAH KERJA:

1. Siapkan alat pemuai linear (linear expansion apparatus)
2. Ukurlah panjang awal batang percobaan ( $L_0$ )
3. Pasanglah batang percobaan pada apparatus, usahakan jarum penunjuk apparatus pada posisi yang terkecil (lurus vertikal)
4. Pasanglah termometer dengan alat bantu dan catat suhu mula-mula ( $t_0$ )
5. Catatlah posisi jarum penunjuk mula-mula pada skala yang ada
6. Nyalakan pemanas spiritus dan tempatkan pemanas tersebut di bawah batang percobaan yang terpasang pada apparatus
7. Catatlah suhu ( $t$ ) dan pertambahan panjang ( $\Delta L$ ) bahan secara terus menerus dengan cara melihat perubahan posisi jarum penunjuk (Ingatlah, bahwa perubahan posisi jarum penunjuk bukan pertambahan panjang yang sebenarnya, sehingga harus ada perhitungan tersendiri untuk pertambahan panjangnya). Pada langkah ini harus diikuti dengan cermat.
8. Bila telah cukup terkumpul data, matikan pemanas spiritusnya
9. Ulangi langkah-langkah di atas untuk bahan logam yang lain
10. Buatlah laporan sementara

DATA PENGAMATAN:

Jenis bahan	Panjang awal, $L_0$ (mm)	Suhu awal, $t_0$ , (°C)	Suhu akhir, $t$ , (°C)	Posisi jarum, $X$ , (mm)	Koefisien muai Linier, $\alpha$ (°C <sup>-1</sup> )

Panjang batang/jarum penunjuk (b) =

Posisi ujung batang percobaan terhadap jarum (a) =

TUGAS:

1. Hitunglah  $\Delta L$  dengan rumus segitiga :  $\frac{\Delta L}{X} = \frac{a}{b}$
2. Hitunglah koefisien pertambahan panjang  $\alpha$ .
3. Hitunglah persentase penyimpangan  $\alpha$  antara hasil percobaan dan standarnya.
4. Bagaimanakah kesimpulannya?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 10	HUKUM GAY-LUSSAC	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

Menentukan koefisien muai volume gas pada tekanan tetap

DASAR TEORI:

Perubahan volume gas karena pengaruh perubahan suhu pada tekanan tetap telah diselidiki oleh Joseph Louis Gay-Lussac (1802) dan juga oleh pendahulunya yaitu Jacques A.C Charles, sehingga menghasilkan hukum Gay-Lussac. Hukum tersebut menyatakan bahwa:” volume dari suatu gas pada tekanan tetap akan bertambah 1/273 dari harga volume semula pada setiap kenaikan suhu 1 derajat Celcius”.

Gas yang tunduk terhadap hukum tersebut adalah gas ideal. Gas ideal adalah gas yang gaya tarik menarik antara molekul-molekulnya hampir tidak ada. Secara fisis gas ideal ini bersifat kering, sehingga pada udara kering sifat-sifatnya mendekati gas ideal.

Pertambahan volume setiap kenaikan suhu sebesar satu derajat Celcius pada tekanan tetap disebut koefisien muai volume gas pada tekanan tetap ditulis dengan simbol  $\beta$ . Hasil eksperimen Gay-Lussac ditunjukkan dengan hubungan sebagai berikut:

$$V = V_0 [ 1 + \beta (t - t_0) ] \quad (10-1)$$

Dalam hal ini:

$V_0$  = volume gas pada temperatur standar

$t_0$  = suhu standar (umumnya 0°C)

$V$  = volume pada suhu  $t$ °C

$\beta$  = koefisien muai volume gas (°C)<sup>-1</sup>

— Bila  $t_0 = 0$  maka  $\beta = \beta_0$ , sehingga:

$$V = V_0 (1 + \beta_0 t) \quad (10-2)$$

$\beta_0 = \frac{1}{273} (\text{°C})^{-1} = 0,003660 (\text{°C})^{-1}$  untuk semua gas ideal hampir sama.

Berdasarkan persamaan (10-1) maka:

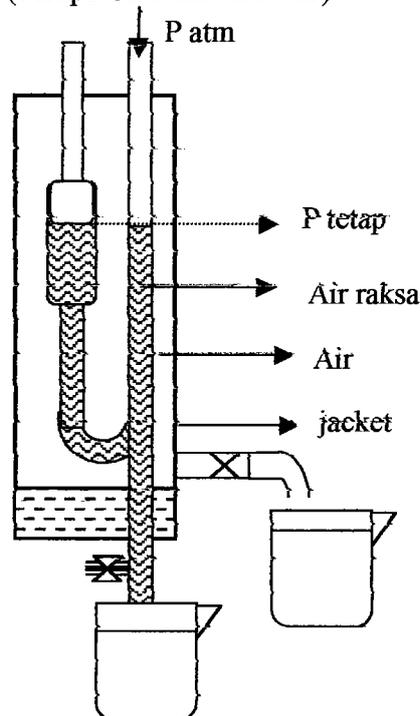
$$V = V_0 + V_0 \beta \Delta t$$

$$V - V_0 = V_0 \beta \Delta t$$

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 \Delta t} \quad (10-3)$$

## ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Alat hukum Gay-Lussac (*Gay-Lussac Law Apparatus*)
2. Panci pemanas (*Boiler*) dan kompor listrik
3. Gelas ukur
4. Tabung penyerap kelembaban (*Absorption tube*)
5. Termometer
6. Pengaduk
7. Air raksa
8. Zat penyerap kelembaban (berupa *Calcium chloride*)
9. Air



## LANGKAH KERJA:

1. Pasanglah apparatus pada stand dan isilah jacketnya dengan air dingin (biasa) sampai penuh
2. Tutuplah kran bawah pipa-U nya, kemudian bukalah tutup kran bagian atasnya dan isilah pipa-U ini dengan air raksa sampai penuh
3. Pasanglah tabung penyerap kelembaban udara (yang sebelumnya telah diisi penuh dengan zat penyerap) pada bagian atas kran. Zat penyerap ini berfungsi untuk mengeringkan udara di atas air raksa agar sifat udara yang akan diselidiki tersebut mendekati sifat gas ideal
4. Tempatkan gelas ukur di bawah kran, kemudian bukalah kran bawah tersebut serta biarkan air raksa mengalir keluar sampai permukaan air raksa di kedua kaki pipa-U tersebut sejajar. Posisi ini merupakan volume mula-mula gas/udara kering (atau kira-kira  $V_0 = 7,5$  cc)
5. Tutuplah kran atas dan lepaskan tabung penyerapnya, sehingga udara di atas air raksa benar-benar kering dan tekanannya sama dengan tekanan atmosfer
6. Isilah panci pemanas dengan air, dan panaskan di atas kompor listrik
7. Aduklah air dalam jacket dengan baik, selanjutnya catatlah suhu dan volume mula-mula ( $t_0$  dan  $V_0$ ) udara yang tertutup di atas air raksa. Temperatur diukur dengan menempatkan termometer di dalam air jacket, sedangkan volumenya diukur dengan membaca langsung pada skala buret /pipa-U nya
8. Keluarkan air dari jacket sedikit (kira-kira 150 – 200 ml dan gantikan dengan air yang lebih tinggi suhunya yang diambil dari panci pemanas dengan jumlah yang sama (penggantian air

tersebut dimaksudkan agar ada sirkulasi air yang tetap dengan kenaikan suhu yang berangsur-angsur)

9. Aduk lagi air dalam jacket dengan baik agar suhu udara keringnya homogen. Perubahan suhu ini menyebabkan tinggi permukaan air raksa pada kedua kaki pipa-U berbeda. Selanjutnya samakan permukaan air raksa ini dengan cara mengeluarkannya sebagian melalui kran bawah buret (Perhatikan: mengeluarkan air raksa dilakukan sedikit demi sedikit supaya permukaan pada kaki terbuka tidak terlanjur lebih rendah dari kaki yang tertutup)
10. Catatlah suhu dan volume gas yang baru ini dengan cara yang sama dengan langkah sebelumnya
11. Lakukanlah percobaan ini berulang-ulang dengan cara yang sama dengan langkah sebelumnya sehingga didapatkan data percobaan yang cukup (minimal 10 buah data)

DATA PENGAMATAN:

Percobaan ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Variabel													
Suhu (°C)													
Volume (cc)													

TUGAS:

1. Buatlah grafik hubungan antara pertambahan suhu dengan pertambahan volume berdasarkan data yang diperoleh (suhu sebagai absis dan volume sebagai ordinat)
2. Hitunglah koefisien pertambahan volume gas setiap kenaikan satu derajat Celcius pada tekanan konstan ( $\beta$ )
3. Bagaimanakah kesimpulan percobaan ini?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 11	PEMUAIAN GAS PADA VOLUME TETAP	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

Menerangkan pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan tekanan gas pada volume tetap

DASAR TEORI:

Perubahan tekanan gas dalam ruang tertutup yang disebabkan oleh pengaruh kenaikan suhu akan terjadi bila volume gas tersebut dipertahankan tetap. Apabila gas berupa gas ideal maka akan tunduk dengan persamaan keadaan gas ideal, yaitu:

$$p V = n R T \quad (11-1)$$

Dalam hal ini:

$p$  = Tekanan gas (Pa)

$V$  = Volume gas ( $m^3$ )

$n$  = Jumlah mole gas =  $m/M$ ;  $m$  = massa gas;  $M$  = Berat Molekul gas

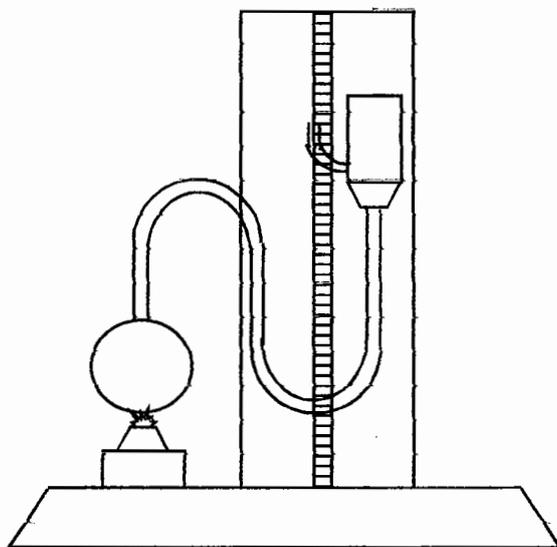
$R$  = tetapan gas (l-atm/mole K)

$T$  = Suhu gas ( $^{\circ}C$  atau K)

Berdasarkan persamaan (11-1) maka hubungan antara tekanan  $p$  dan suhu  $T$  menjadi:

$$p = \frac{nR}{V} T \quad (11-2)$$

Karena dalam persamaan (11-2) di atas  $n$ ,  $R$  dan  $V$  adalah tetap.



Bila gas tersebut berada dalam bola gelas pada suatu peralatan termometer gas yang dihubungkan dengan pipa elastis dengan pipa gelas lain sehingga membentuk pipa-U, maka perubahan tekanan gas tersebut dapat terlihat dari perubahan tinggi air raksa yang berada dalam pipa-U tersebut. Bila tinggi air raksa tersebut adalah  $h$ , maka hubungan antara tekanan gas dalam bola gelas tertutup terhadap perbedaan tinggi air raksa adalah:

$$p = p_{\text{atm}} + \rho g h \quad (11-3)$$

Dalam hal ini:

$$p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}; \rho \text{ air raksa} = 13550 \text{ kg/m}^3; g = 9,81 \text{ m/dt}^2$$

$\rho$  udara/gas diabaikan.

Bila persamaan (11-2) dimasukkan ke dalam persamaan (11-3) maka:

$$\frac{nR}{V} T = p_{\text{atm}} + \rho g h \quad (11-4)$$

Dengan demikian, hubungan antara  $h$  dan  $T$  adalah:

$$h = \frac{nR}{V\rho g} T - \frac{p_{\text{atm}}}{\rho g} \quad (11-5)$$

#### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Apparatus termometer gas volume konstan
2. Panci pemanas untuk memanaskan gas pada bola gelas apparatus
3. Penyangga panci pemanas
4. Pemanas air (kompor atau heater)
5. Termometer
6. Pengaduk
7. Air raksa
8. Air.

#### LANGKAH KERJA:

1. Siapkan apparatus dan kelengkapannya
2. Tempatkan panci pemanas sebagai vessel pada stand agar bola gelas dari apparatus masuk ke dalam vessel
3. Isilah air pada vessel sehingga bola gelasnya terendam air
4. Aduklah air pada vessel agar suhu airnya homogin
5. Isilah aparatus dengan air raksa melalui ujung pipa-U (Perlu diperhatikan dan berhati-hatilah agar air raksa tidak masuk ke dalam bola gelas)

6. Permukaan air raksa pada kaki pipa-U di dekat bola gelas ditahan pada suatu ketinggian tertentu sehingga volume gas pada bola gelas selalu tetap
7. Ukur dan catat suhu gas mula-mula dengan mengukur suhu air dalam vessel
8. Ukur dan catat pula ketinggian air raksa pada kaki pipa-U yang lain
9. Siapkan pemanas air (boiler) yang berisi air di atas kompor listrik
10. Nyalakan kompor listrik sehingga air mendidih
11. Ambillah air pada vessel kira-kira 100 –150 cc (secukupnya, agar diperoleh data cukup banyak) selanjutnya dibuang dan diganti dengan air yang suhunya lebih tinggi (dari boiler)
12. Aduklah kembali air dalam vessel dan usahakan air raksa pada kaki pipa-U di dekat bola tetap pada kedudukan semula (langkah 6)
13. Amati dan catatlah suhu air pada vessel dan perbedaan tinggi air raksa pada kedua kaki pipa-U
14. Ulangi percobaan seperti pada langkah 11 s.d. langkah 13 sehingga suhu air dalam vessel makin lama makin naik (minimal 10 buah data)
15. Lakukan percobaan tersebut sampai suhu dalam vessel tidak meningkat lagi (tetap)
16. Turunkan ujung kaki pipa-U sampai permukaan air raksa di bawah posisi bola gelasnya
17. Buanglah air dalam vessel dan pisahkan vessel dari bola gelasnya
18. Bersihkan alat-alat praktikum
19. Buatlah laporan sementara

DATA PENGAMATAN:

Percobaan ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Variabel													
Suhu T, (°C)													
Perbedaan tinggi air raksa h, (mm)													

TUGAS:

1. Buatlah grafik hubungan antara suhu (T) dengan perbedaan tinggi air raksa (h), dengan T sebagai absis dan h sebagai ordinatnya (berdasarkan pengamatan)
2. Buatlah grafik hubungan antara perbedaan tinggi air raksa (h) dengan tekanan (p), dengan h sebagai absis dan p sebagai ordinatnya (berdasarkan persamaan (11-3))
3. Hitunglah besarnya konstanta  $\frac{nR}{V}$  menurut persamaan (11-4)
4. Hitunglah tekanan teoritis, berdasarkan persamaan (11-2)
5. Hitunglah tekanan pengamatan ( p ) menurut persamaan (11-3)
6. Bandingkan tekanan teoritis dan tekanan pengamatan serta tentukan penyimpangannya.
7. Bagaimanakah kesimpulan percobaan ini?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 12	PANAS JENIS LOGAM		SEM 1      2 SKS

TUJUAN:

Menentukan panas jenis dari logam

DASAR TEORI:

Banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu untuk berbagai bahan berbeda-beda. Bila kenaikan suhu benda sebesar  $\Delta t$  dan pemberian panasnya sebesar  $Q$ , maka rasio pemberian panas dengan kenaikan suhu disebut kapasitas panas benda:

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \quad (\text{Kal/C}^\circ \text{ atau Btu/F}^\circ) \quad (12-1)$$

Kapasitas panas per satuan massa bahan disebut dengan kapasitas panas jenis, yang merupakan angka kapasitas panas yang khas untuk setiap benda, yaitu:

$$c = \frac{Q}{m\Delta t} \quad (\text{Kal/gr-C}^\circ \text{ atau Btu/lbm-F}^\circ) \quad (12-2)$$

Berdasarkan persamaan (12-2) maka panas yang diberikan untuk menaikkan suhu benda sebesar  $\Delta t$  ;

$$Q = m c \Delta t = m c (t_2 - t_1) \quad (12-3)$$

Rasio kapasitas panas jenis bahan dengan kapasitas jenis air disebut dengan panas jenis. Kapasitas jenis air sebesar 1 kal/gr-C° atau 1 Btu/lbm-F°, sehingga secara numerik panas jenis sama dengan kapasitas panas jenisnya. Panas jenis tersebut berupa angka tanpa satuan.

Menurut Tabel XII (Sears, 1984: 3 68) beberapa bahan mempunyai panas jenis sebagai berikut:

Bahan	Panas Jenis	Selang suhu (°C)
Aluminium	0,217	17 – 100
Kuningan	0,094	15 – 100
Tembaga merah	0,093	15 – 100
Gelas	0,199	20 – 100
Besi	0,113	18 – 100
Timah hitam	0,031	20 – 100
Perak	0,056	15 – 100

Untuk menentukan panas jenis suatu bahan digunakan kalorimeter air. Panas jenis tersebut dihitung berdasarkan Azas Black, yang menyatakan bila dua benda mempunyai panas yang berbeda, kemudian kedua benda dicampur atau dijadikan satu maka kedua benda akan mencapai keseimbangan panas. Artinya benda yang mempunyai panas lebih besar akan mentransfer panasnya ke benda yang panasnya lebih rendah, atau benda yang panasnya lebih rendah akan menyerap panas dari benda yang mempunyai panas lebih besar.

Bila dianggap tidak ada kerugian panas dari kalorimeter, maka panas jenis bahan dicari dengan persamaan:

$$m_S c_S (t_S - t_2) = m_W c_W (t_2 - t_1) + m_C c_C (t_2 - t_1) + m_P c_P (t_2 - t_1) \quad (12-4)$$

Dalam hal ini:

$m_S$  = masa sampel (logam)

$c_S$  = panas jenis sampel (yang dicari)

$t_S$  = suhu sampel logam sebelum masuk ke dalam kalorimeter

$t_2$  = suhu akhir dari air dan bahan yang tercampur dalam kalorimeter

$m_W$  = massa air

$c_W$  = panas jenis air = 1

$t_1$  = suhu air mula-mula

$m_C$  = massa kalorimeter

$c_C$  = panas jenis kalorimeter

$m_P$  = massa pengaduk

$c_P$  = panas jenis pengaduk

Persamaan (12-4) dapat ditulis dengan:

$$m_S c_S (t_S - t_2) = (m_W + H + m_P c_P)(t_2 - t_1) \quad (12-5)$$

$H = m_C c_C$  = Harga air (*water equivalent*) kalorimeter tersebut.

#### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Stand
2. Kompor listrik
3. Panci pemanas
4. Kalorimeter air
5. Timbangan
6. Gelas Beaker
7. Pengaduk
8. Termometer
9. Sampel bahan yang dicari panas jenisnya
10. Air

LANGKAH KERJA:

1. Timbanglah massa bahan yang akan dicoba dan catat massanya ( $m_s$ )
2. Timbanglah kalorimeter kosong dan catat massanya ( $m_c$ )
3. Timbanglah pengaduk dan catat massanya ( $m_p$ )
4. Isilah kalorimeter dengan air kira-kira 150 sampai 200 ml (jangan sampai penuh)
5. Timbanglah kalorimeter dengan isinya (air) dan catatlah massanya ( $m_c + m_w$ )
6. Ukurlah temperatur air mula-mula ( $t_1$ )
7. Isilah panci pemanas dengan air secukupnya
8. Letakkan panci pemanas tersebut di atas kompor pemanas (belum dinyalakan)
9. Ikatlah sampel logam (yang akan dicari panas jenisnya) dengan tali benang
10. Gantungkan sampel logam tersebut pada stand sehingga logam tersebut tercelup dalam panci pemanas  
(Usahakan logam tidak menyentuh dasar panci pemanas)
11. Nyalakan kompor listrik dan panaskan air di dalam panci pemanas sampai mendidih
12. Biarkan air mendidih sampai beberapa menit untuk mendapatkan suhu logam sama dengan suhu air mendidih ( $t_s$ )
13. Secepat mungkin pindahkan logam panas tersebut ke dalam kalorimeter yang telah berisi air (dari langkah 5)
14. Aduklah air di dalam kalorimeter perlahan-lahan dengan pengaduk
15. Ukurlah suhu air di dalam kalorimeter sekarang dan catatlah ( $t_2$ )
16. Ulangi percobaan di atas minimal 3 kali
17. Ulangi percobaan dan langkah-langkah tersebut di atas untuk logam-logam yang lain
18. Setelah selesai kembalikan alat dan bahan seperti semula
19. Buatlah laporan sementara

DATA PENGAMATAN:

Logam yang akan dicoba	1	2	3	4	5	6
Nama logam						
Massa logam ( $m_s$ )						
Massa kalorimeter kosong ( $m_c$ )						
Massa kalorimeter dan air ( $m_c + m_w$ )						
Massa pengaduk ( $m_p$ )						
Panas jenis kalorimeter ( $c_c$ )						
Panas jenis pengaduk ( $c_p$ )						

Suhu logam sebelum masuk kalorimeter ( $t_s$ )						
Suhu mula-mula air dalam kalorimeter ( $t_1$ )						
Suhu akhir air dalam kalorimeter dan logam ( $t_2$ )						
Panas jenis logam yang dicoba ( $c_s$ )						
Panas jenis logam teoritis (menurut tabel)( $c_T$ )						
Persentase penyimpangan (%)						

TUGAS:

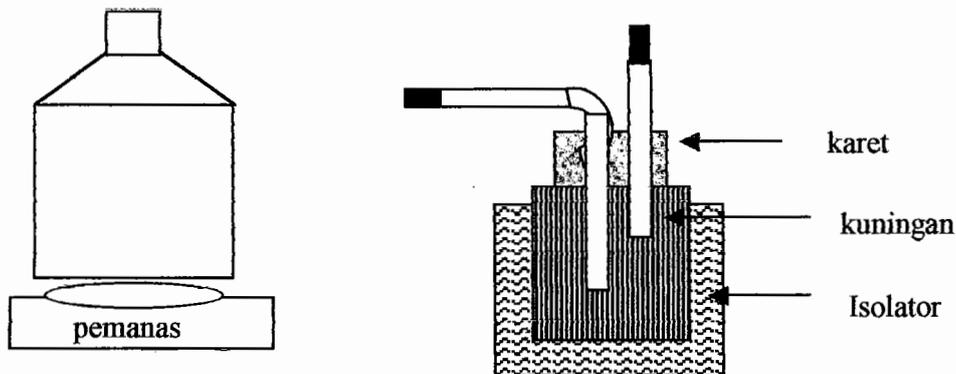
1. Berdasarkan hasil perhitungan dan persentase penyimpangan, bagaimanakah kesimpulan hasil percobaan yang telah Sdr dilakukan?
2. Faktor-faktor apa sajakah yang membuat hasil percobaan menyimpang dari harga tabel?

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3-TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 13	PANAS PENGEMBUNAN UAP AIR	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

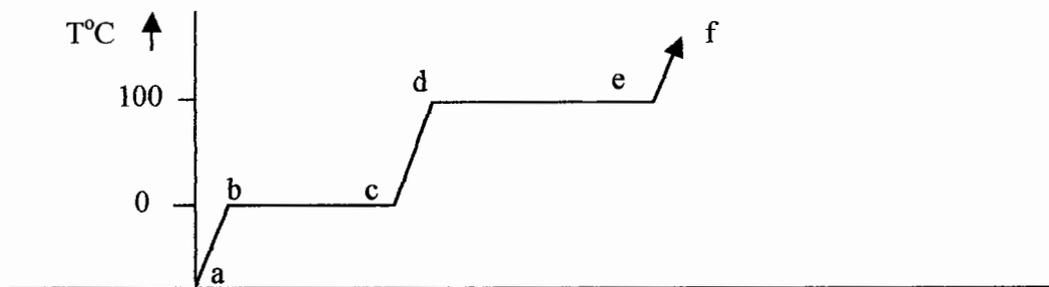
Menentukan panas pengembunan uap air

DASAR TEORI:



Setiap zat dapat berada dalam fase padat, cair atau gas. Air dapat juga berada dalam fase padat (es batu), fase cair (air) atau fase gas (uapair). Perubahan fase disertai dengan penyerapan atau pembebasan panas dan perubahan volume.

Perubahan fase untuk air pada tekanan konstan (1 atm) dapat dilukiskan pada gambar diagram di bawah ini.



Garis a-b, c-d dan e-f merupakan garis penyerapan panas yang disertai kenaikan suhu yang sering disebut panas sensibel. Pada arah sebaliknya merupakan garis pembebasan panas yang disertai juga penurunan suhu. Secara teoritis kedua panas tersebut besarnya sama. Pada garis b-c dan d-e merupakan garis penyerapan panas yang meskipun tanpa disertai perubahan suhu tetapi disertai dengan perubahan fase padat ke fase cair (garis b-c) dan perubahan fase cair ke fase uap (garis d-e). Panas yang diserap selama perubahan fase padat ke fase cair disebut panas peleburan sedangkan panas yang diserap selama perubahan fase cair ke fase uap disebut panas penguapan.

Kedua jenis panas yang diserap di atas disebut dengan panas laten. Pada arah sebaliknya merupakan garis pembebasan panas yang disebut panas pembekuan dan panas pengembunan.

Secara umum, bila panas peleburan atau juga panas penguapan (dan sebaliknya) diberi simbol  $L$ , sehingga  $L$  bermakna sebagai banyaknya panas yang diserap atau dibebaskan pada perubahan fase per satuan massa, maka banyaknya  $Q$  yang diserap atau dibebaskan pada perubahan fase dari massa  $m$  adalah:

$$Q = m L \quad (13-1)$$

Panas peleburan dan panas penguapan dapat diukur dengan metode penyampuran. Dalam hal ini panas pengembunan (= panas penguapan) dapat diukur dengan cara yang sama juga. Cara tersebut adalah dengan mengembunkan uap air yang berasal dari bejana didih (*boiler*) di dalam kalorimeter. Pengembunan yang terjadi dalam kalorimeter dapat dihitung dengan menimbang kalorimeter sebelum dan sesudah percobaan.

Bila panas yang diberikan oleh uap yang mengembun:

$$Q_1 = m_S L \quad (13-2)$$

$m_S$  = massa uap atau berupa kondensat (uap yang telah mengembun)

$L$  = panas pengembunan (= panas penguapan)

Panas yang diberikan oleh uap yang telah mengembun (air biasanya pada  $100^\circ\text{C}$  pada 1 atm) yang turun suhunya menjadi  $t_2$  :

$$Q_2 = m_S (100 - t_2) \quad (13-3)$$

(Dalam hal ini angka 100 mungkin dapat berupa angka lain karena tergantung data suhu uap yang terjadi)

Panas yang diserap oleh kalorimeter air:

$$Q_3 = m_W (t_2 - t_1) \quad (13-4)$$

Menurut Sears (1984), panas pengembunan (= panas penguapan) di atas dapat dicari dengan menyamakan panas yang diberikan dengan panas yang diserap, yaitu dalam hal ini:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

Atau juga dapat ditulis:

$$m_S L + m_S (100 - t_2) = m_W (t_2 - t_1) \quad (13-5)$$

Bila kalorimeter diperhitungkan maka panas yang diberikan kalorimeter yang panas kepada air:

$$Q_4 = m_C c_C (100 - t_2) \quad (13-6)$$

Dengan demikian persamaan di atas ditulis dengan:

$$Q_1 + Q_2 + Q_4 = Q_3$$

Atau ditulis:

$$m_S L + m_S (100 - t_2) + m_C c_C (100 - t_2) = m_W (t_2 - t_1) \quad (13-7)$$

Berdasarkan persamaan (13-5) atau persamaan (13-7) harga L dapat ditentukan.

Menurut Sears (1984) harga L untuk air = 539 kal/gram atau 970 Btu/lb.

#### ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. Stand
2. Kompor listrik
3. Boiler
4. Kalorimeter air dan tutupnya (karet) yang berlubang dua serta isolatornya
5. Panci pendingin (panci biasa)
6. Timbangan
7. Termometer
8. Air

#### LANGKAH KERJA:

1. Isilah boiler dengan air secukupnya dan panaskan boiler tersebut dengan kompor listrik (sampai mendidih)
2. Timbanglah kalorimeter kosong (tanpa tutup dan isolasi woolnya) dan catat massanya ( $m_C$ )
3. Isilah panci dengan air dan timbanglah massa airnya ( $m_W$ )
4. Ukur suhu air mula-mula dalam panci ( $t_1$ )
5. Setelah air dalam boiler mendidih, pasanglah kalorimeter beserta tutup dan isolasi woolnya di atas boiler dengan posisi terbalik. (salah satu lubang kalorimeter masuk ke dalam lubang boiler dan lubang lainnya dibiarkan terbuka)
6. Ukurlah suhu uap yang keluar melalui lubang kalorimeter secara terus menerus sampai suhu uap mencapai  $100^\circ\text{C}$
7. Tutuplah kedua lubang pada tutup kalorimeter (agar uap tidak keluar lagi) dan angkatlah kalorimeter dari atas boiler.
8. Dinginkan kalorimeter yang berisi uap tersebut ke dalam air pada panci
9. Ukurlah suhu air pada panci dan catatlah suhunya setelah tercapai keseimbangan termal (suhu air sudah tidak naik lagi) ( $t_2$ )
10. Bukalah tutup kalorimeter dan timbanglah kalorimeter beserta isinya (kondensat)
11. Catatlah massa air kondensatnya ( $m_S$ )
12. Ulangilah percobaan ini minimal 3 kali
13. Setelah selesai percobaan bersihkan alat dan kembalikan ke tempat semula
14. Buatlah laporan sementara.

DATA PENGAMATAN:

Percobaan ke:	1	2	3	4
Massa kalorimeter kosong ( $m_C$ )				
Massa air dalam panci ( $m_W$ )				
Panas jenis kalorimeter ( $c_C$ )				
Suhu air dalam panci ( $t_1$ )				
Suhu uap ( $t_U$ )=100°C				
Suhu akhir air dalam panci ( $t_2$ )				
Massa air kondensat ( $m_S$ )				
Panas pengembunan yang dicari (L)				
Panas pengembunan air menurut tabel	539	539	539	539
Persentase penyimpangan (%)				

TUGAS:

1. Hitunglah panas pengembunan L dengan persamaan (13-5) dan carilah persentase penyimpangannya
2. Hitunglah panas pengembunan L dengan persamaan (13-7) dan carilah persentase penyimpangannya
3. Bandingkan hasil persentase penyimpangan keduanya dan bagaimanakah analisis Sdr. serta apa saja penyebab penyebab penyimpangan tersebut
4. Buatlah kesimpulan .

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA					
D3- TO	TKO 2120 PRAKT.FISIKA	LE 14	VOLATILITAS BAHAN BAKAR	SEM 1	2 SKS

TUJUAN:

1. Menerangkan sifat mudah menguap/volatilitas (*volatiliy*) bahan bakar
2. Membandingkan volatilitas dari bensin, minyak tanah dan solar.

DASAR TEORI:

Volatilitas (*volatility*) bahan bakar adalah kesiapan bahan bakar cair untuk berubah menjadi gas atau uap (*gas or vapor*). Dalam kasus bahan bakar motor diesel (Kates and Luck, 1981), volatilitas ini ditunjukkan dengan suhu distilasi 90 persen, yaitu suhu dimana 90 persen sampel bahan bakar telah tersuling (*distilled off*). Makin rendah suhu tersebut berarti volatilitas bahan bakar makin tinggi. Pada motor diesel yang kecil, diperlukan volatilitas bahan bakar yang tinggi daripada untuk motor diesel yang besar, agar diperoleh pemakaian bahan bakar yang irit, suhu gas buang yang rendah dan asap yang sekecil mungkin.

Pada motor, apabila volatilitas bahan bakar berkurang, maka residu/kotoran pada dinding silinder motor akan bertambah, sehingga kadang-kadang sulit sewaktu diadakan start dan menghasilkan asap yang banyak. Kondisi tersebut disebabkan bahan bakar sulit bercampur baik dengan udara (dekomposisi pada campuran). Apabila volatilitas bahan bakar terlampaui tinggi dari standar maka akan terjadi detonasi atau pembakaran yang terlampaui awal atau tidak tepat waktu.

ALAT DAN PERLENGKAPAN:

1. *Distillation apparatus*
2. Stand
3. Pemanas/kompur listrik
4. Flask/tabung pyrex 500 ml
5. Gelas beaker 400 ml
6. Gelas ukur 50 ml
7. Termometer
8. Timbangan
9. Sampel bahan bakar: bensin, minyak tanah dan solar
10. Air
11. Pompa sirkulasi air
12. Ember/tandon air

PERHATIAN !!!:

Untuk tindakan keamanan Sdr. wajib bersikap hati-hati dalam melakukan percobaan ini, sebab Sdr. bekerja dengan bahan bakar dan panas serta alat-alat yang peka terhadap panas dan mudah pecah (*fragile*)

LANGKAH KERJA:

1. Siapkan *distillation apparatus* beserta stand dengan kedudukan bagian *outlet* lebih rendah daripada bagian *inlet*.
2. Isilah apparatus dengan air dingin (sebagai kondenser) sampai penuh dengan menjalankan pompa sirkulasi air.
3. Timbanglah flask kosong dan catat data massa flask tersebut
4. Masukkan sampel bahan bakar sebanyak 100 cc ke dalam flask (disarankan dimulai dengan sampel bensin)
5. Timbanglah sampel bahan bakar dalam flask (langkah 4) dan catat massa dan suhu awal sampel bahan bakar tersebut
6. Pasanglah flask yang berisi sampel bahan bakar serta termometer (pada tutup flask) pada apparatus bagian *inlet*
7. Pasanglah kompor listrik di bawah flask
8. Pasanglah gelas ukur di bawah bagian *outlet* apparatus (sebelumnya gelas ukur tersebut ditimbang )
9. Nyalakan kompor listrik
10. Lakukan pengamatan dan catatlah suhu di dalam flask sewaktu kondensat bahan bakar pertama kali menetes ke dalam gelas ukur
11. Catatlah suhu dalam flask setiap tetesan kondensat bahan bakar sebesar 5 cc masuk ke dalam gelas ukur
12. Catatlah keadaan suhu dalam flask sewaktu tetes terakhir (bahan bakar di dalam flask tidak mampu mengembun lagi dan suhu dalam flask cenderung konstan)
13. Matikan kompor listrik dan menunggu sisa/residu bahan bakar menjadi dingin
14. Lepaskan flask dari apparatus dan timbanglah serta catat massa dan volume residu bahan bakar dalam flask
15. Timbanglah hasil sulingan (kondensat) bahan bakar dan catat massa dan volumenya
16. Ulangi percobaan tersebut untuk sampel bahan bakar minyak tanah dan solar
17. Setelah selesai percobaan bersihkan alat dan perlengkapan percobaan dan kembalikan ke tempat semula
18. Buatlah laporan sementara.

DATA PENGAMATAN:

Percobaan ke:	1	2	3	4
Nama sampel bahan bakar				
Suhu mula-mula bahan bakar (°C)				
Suhu akhir residu (°C)				
Massa flask kosong (gram)				
Massa flask + sampel bahan bakar (gram)				
Massa sampel bahan bakar (gram)				
Volume sampel bahan bakar (cc)				

Massa gelas ukur (gram)				
Massa gelas ukur + residu (gram)				
Massa residu bahan bakar (gram)				
Volume residu bahan bakar (cc)				

Jumlah Kondensat Bahan bakar (cc)	Suhu bahan bakar dalam flask (°C)		
	Bensin	Minyak tanah	Solar
0			
10			
15			
20			
Dst.			

**TUGAS:**

1. Buatlah grafik hubungan antara banyaknya kondensat dan suhu bahan bakar dalam flask (volume kondensat sebagai absis dan suhu bahan bakar dalam flask sebagai ordinat)
2. Hitunglah perkiraan volatilitas bahan bakarnya, yaitu suhu dimana 90 % sampel bahan bakar telah menguap
3. Bagaimanakah perbandingan hasil percobaan volatilitas ini untuk tiga sampel bahan bakar
4. Bagaimanakah pengaruh suhu terhadap volatilitas bahan bakar
5. Bagaimanakah hubungan antara jumlah bahan bakar mula-mula, jumlah kondensat, dan jumlah residu
6. Bagaimanakah kesimpulan percobaan volatilitas bahan bakar tersebut.