

PETUNJUK PRAKTIKUM

BIOFISIKA



**Disusun oleh
Al. Maryanto, M.Pd.
Budi Purwanto, M.Si.**

**PROGRAM PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

YOGYAKARTA

2014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Petunjuk Praktikum Biofisika. Petunjuk praktikum ini diharapkan dapat dimanfaatkan bagi mahasiswa sebagai petunjuk langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melaksanakan praktikum Biofisika.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak, sehingga dapat terwujud petunjuk praktikum Biofisika, kepada

1. Bapak Dekan FMIPA yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyusun petunjuk praktikum ini.
2. Pihak PNBPM FMIPA yang telah mendanai sehingga terwujud sebuah petunjuk praktikum.
3. Teman-teman sejawad yang telah membantu dalam penulisan petunjuk praktikum ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penulisan petunjuk praktikum ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan petunjuk praktikum ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk perbaikan petunjuk praktikum ini. Semoga petunjuk praktikum ini bermanfaat dan memudahkan dalam melaksanakan praktikum Biofisika. Amin

Yogyakarta, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
PERC. 1. POLARIMETER	1
PERC. 2. KALOR JENIS BAHAN TUMBUHAN	4
PERC. 3. PEMBIASAN CAHAYA PADA ZAT CAIR	7
PERC. 4. MODEL MOMEN GAYA PERSENDIAN TANGAN	10
PERC. 5. DAYA HANTAR LISTRIK PADA LARUTAN	12
PERC. 6. PENGARUH WARNA TERHADAP KONDUKTIVITAS BAHAN	14
PERC. 7. DAYA PISAH LENSAMATA	16
PERC. 8. TEKANAN DARAH MANUSIA	21
PERC. 9. TUAS DALAM TUBUH MANUSIA	23
PERC. 10. VISKOSITAS ZAT CAIR	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34

PERCOBAAN 1

POLARIMETER

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menjelaskan prinsip kerja polarimeter.
2. Mengukur kadar gula dalam suatu larutan gula.

B. Alat dan Bahan

1. sepasang polarisator
2. penyangga
3. tabung tenpat larutan
4. gula pasir halus
5. air
6. neraca lengan
7. sumber cahaya (led)

C. Dasar Teori

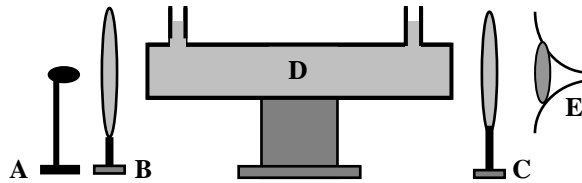
Polarimeter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur kadar gula suatu larutan. Pada dasarnya polarimeter terdiri atas dua alat polarisator dan zat yang akan diukur kadar gulanya. Larutan gula adalah merupakan zat aktif yang dapat memutar bidang polarisasi. Berdasarkan prinsip ini yaitu sudut putaran bidang polarisasi akan dapat diketahui besar kadar gula dalam suatu larutan.

Cahaya adalah merupakan gelombang elektromagnetik (terdiri dari gelombang magnetic dan gelombang elektrik / listrik, yang saling tegak lurus. Jika cahaya kodrati/alam dan monokromatis (mempunyai panjang gelombang tertentu) memasuki polarisator, maka salah satu gelombang akan terserap/hilang dan tinggal salah satu gelombang. Jika yang lolos dari polarisator gelombang magnetik, maka gelombang listriknya yang akan hilang. Jika cahaya yang lolos tadi melalui polarisator yang lain dalam posisi tegak lurus, maka gelombang yang ke dua tadi juga akan hilang. Dengan demikian, jika cahaya masuk dalam dua polarisator dalam posisi tegak lurus, maka cahaya tersebut akan teredam/mati/gelap. Perlakuan polarisator yang demikian tersebut, maka alat tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengukur kadar gula suatu larutan. Hal ini dapat terjadi karena larutan gula dapat memutar bidang polarisasi.

Polarisator yang berhadapan dengan sumber cahaya dinamakan **polarisator**, sedang polarisator yang lain setelah cahaya melalui zat aktif dinamakan **analisisator**.

D. Langkah Percobaan

Skema Percobaan



Keterangan

- A = sumber cahaya (led)
- B = polarisator
- C = analisisator
- D = zat aktif (bak berisi larutan gula)
- E = mata pengamat

1. Siapkan peralatan yang diperlukan dan susun seperti gambar di atas.
2. Masukkan air tawar ke dalam silinder.
3. Atur penunjuk polarisator B pada posisi 90° .
4. Amati melalui analisisator dan atur ke kanan atau ke kiri sampai cahaya terlihat gelap dan catat besar sudutnya (akan terlihat gelap saat sudut analisisator 0°).
5. Buat larutan gula dengan memasukkan gula 2 gram ke dalam air 150 ml dan aduk sampai merata, (atau konsentrasi yang lain).
6. Masukkan larutan tersebut ke dalam silinder.
7. Amati melalui analisisator sehingga akan kelihatan cahaya terang, dan putar analisisator ke kiri atau ke kanan sampai cahaya kelihatan gelap kembali.
8. Catat besar sudut putaran analisisator ke kanan atau ke kiri sampai cahaya gelap kembali.
9. Ulangi percobaan untuk konsentrasi larutan yang lain dengan kenaikan konsentrasi yang sama (misal 4 gram, 6 gram, 8 gram, dst. dalam 150 ml air). Dengan cara menambahkan gula dalam larutan.
10. Coba lakukan percobaan untuk zat yang lain, misal larutan garam dapur (NaCl), seperti percobaan di atas.

E. Data Percobaan

No.	Konsentrasi gula (g/150 ml)	Putar (kanan/kiri)	Sudut Putar ($^{\circ}$)
1	2 g/150 ml	.....	.....
2	4 g/150 ml	.....	.....
3	6 g/150 ml	.....	.....
4	8 g/150 ml	.....	.....
5	10 g/150 ml	.....	.....

F. Tugas / Pertanyaan

1. Buat grafik hubungan konsentrasi larutan gula dengan sudut putar polarisasi.
2. Buat persamaan dari grafik yang Anda peroleh.
3. Apakah larutan garam dapur dapat memutar bidang polarisasi?
4. Beri kesimpulan dari hasil analisis yang telah anda buat dari percobaan yang telah dilakukan.

PERCOBAAN 2

KALOR JENIS BAHAN TUMBUHAN

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

Mengukur kalor jenis(kalor jenis + kalor pengubah wujud) macam-macam sayuran / buah-buahan.

B. Alat dan Bahan

1. kalorimeter
2. gelas kimia
3. pemanas heater
4. termometer
5. air
6. sayuran / buah-buahan
7. neraca lengan

C. Dasar Teori

Jumlah kalor digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu suatu zat dirumuskan

$$Q = m c \Delta T$$

Keterangan :

- Q = jumlah kalor (kal. ; J)
- m = massa (g ; kg)
- c = kalor jenis (kal/g C° ; J/kg C°)
- T = suhu (C°)

Suatu benda / zat dari bahan tumbuhan/nabati akan berbeda dengan benda padat lainnya seperti logam atau batu, dikarenakan pada benda padat logam atau batu jika dipanaskan tidak terjadi perubahan wujud. Akan lain jika benda dari tumbuhan, jika dicampur dengan air panas selain diperlukan untuk menaikkan suhu juga diperlukan untuk mengubah bentuk dari tumbuhan segar menjadi tumbuhan yang layu.

Jika pada es untuk mengubah bentuk dari padat menjadi cair diperlukan kalor sebanyak

$$Q = mL$$

L = kalor laten benda (kal/g)

Besar kalor es adalah $L = 80$ kal/g, kalor uap air $L = 539$ kal/g

Dari benda semacam tumbuhan / nabati (sayuran atau buah-buahan), untuk menaikkan suhu diperlukan kalor sebesar.

$$Q = mx\Delta T$$

$$x = (\text{kalor jenis} + \text{kalor pengubah bentuk}) \text{ (kal/g } ^\circ\text{C}^\circ)$$

Menurut **azas Black** : jumlah kalor yang diterima sama dengan jumlah kalor yang dilepaskan.

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}}$$

D. Langkah Percobaan

1. Panaskan air secukupnya dalam beerglass dengan heater.
2. Ambil sayuran atau buah-buahan secukupnya, kemudian potong kecil-kecil atau dihaluskan.
3. Timbang kalorimeter kosong (m_k), kemudian masukkan sayuran halus ke dalam kalorimeter dan ukur suhunya (T_s), serta timbang kembali (m_s).
4. Tuangkan air panas atau mendidih (t_a) ke dalam kalorimeter yang berisi sayuran + air, aduk dan catat suhunya (t_c) serta timbang kembali (m_c).
5. Ulangi percobaan untuk sayuran / buah-buahan yang lain.

E. Data Percobaan

Perc.	m_k (g)	m_s (g)	T_s ($^\circ\text{C}$)	T_a ($^\circ\text{C}$)	T_c ($^\circ\text{C}$)
1
2
3
4
5

Keterangan

- m_k = massa kalorimeter kosong
 m_s = massa sayuran + massa kalorimeter kosong
 T_a = suhu air
 T_s = suhu sayur awal
 T_c = suhu campuran (air dan sayur = suhu akhir).

F. Tugas / Pertanyaan

1. Hitung besar (kalor jenis + kalor pengubah wujud) masing-masing jenis sayuran / buah buahan.
2. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang Anda peroleh.

Catatan

Peserta praktikum (praktikan) membawa bahan sayuran / buah-buahan sendiri, (misal : pepaya muda, ketimun, jepan, labu, ketela, minimal 3 macam).

PERCOBAAN 3

PEMBIASAN CAHAYA PADA ZAT CAIR

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Mengamati terjadinya pembiasan pada zat cair
2. Menentukan indeks bias air.
3. Menentukan sudut kritis air.

B. Alat dan Bahan

1. bejana transparan berbentuk irisan silinder
2. sumber cahaya
3. air
4. busur derajat

C. Dasar Teori

Apabila berkas cahaya melewati bidang batas antara dua buah medium optik yang berbeda yaitu n_1 dan n_2 maka berkas cahaya tersebut akan dibiaskan. Pada peristiwa ini berlaku **Hukum Snellius**:

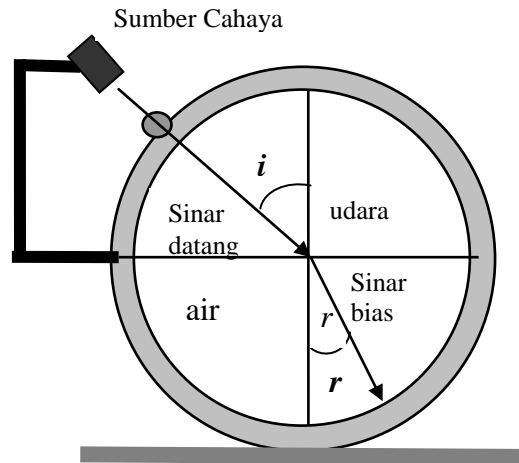
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

dengan i dan r secara berturut-turut adalah sudut datang dan sudut bias. Perbandingan antara n_2 dan n_1 disebut dengan indeks bias relatif dari medium kedua terhadap medium pertama. Pada percobaan ini medium pertama adalah udara dengan indeks bias $n_1 = 1$ dan medium kedua adalah air dengan indeks bias n_2 . Dengan menggunakan Hukum Snellius diperoleh indeks bias relatif air terhadap udara adalah:

$$n_2 = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Gejala pemantulan sempurna akan terjadi jika cahaya datang dari medium lebih rapat ke medium yang kurang rapat. Pada gejala ini tidak terjadi peristiwa pembiasan cahaya (dalam hal ini sudut bias r adalah 90°). Sudut datang tertentu yang menyebabkan arah sinar bias tegak lurus terhadap garis normal disebut sudut kritis (θ_c).

Skema Percobaan



Gambar 2. Skema Percobaan Indeks bias pada Zat Cair

D. Langkah Percobaan

1. Susunlah alat-alat percobaan seperti pada skema percobaan di atas.
2. Isilah bejana dengan air kira-kira separo volume bejana/garis batas mendatar (atau sudah terisi dengan air yang disesuaikan)
3. Hubungkan alat dengan sumber tegangan AC : 220V, selanjutnya nyalakan sumber cahaya dengan menekan tombol ON.
4. Aturilah dan catatlah sudut datang i dengan mengarahkan berkas cahaya melalui celah yang terdapat pada bejana.
5. Amati dan ukurlah besar sudut bias r .
6. Dengan memvariasi sudut datang (i) maka akan diperoleh variasi sudut bias (r). Variasi sudut datang dilakukan dengan cara memutar arah sumber cahaya.
7. Catatlah semua data hasil percobaan pada tabel.
8. Untuk menentukan besar sudut kritis lakukan percobaan dengan mengarahkan berkas cahaya dari medium air menuju medium udara sedemikian rupa sehingga sudut biasnya 90° .

E. Tabel Hasil Percobaan

No.	Sudut datang (i)	Sudut bias (r)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Sudut kritis =

F. Tugas / Pertanyaan

1. Tentukan besar indeks bias cairan (air) dari hasil percobaan yang diperoleh.
2. Bandingkan dengan besar indeks bias dari tabel.

PERCOBAAN 4

MODEL MOMEN GAYA PERSENDIAN TANGAN

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menunjukkan momen torsi / model lengan tangan.
2. mencari hubungan gaya dengan lengan gaya.

B. Alat dan Bahan

1. statip
2. batang kayu tipis
3. skala
4. anak timbangan / beban

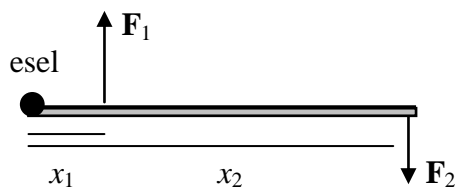
C. Dasar Teori

Pada saat tangan kita mengangkat beban berat dengan posisi tangan menekuk membentuk siku akan berlaku prinsip keseimbangan.

Sebuah sistem dikatakan seimbang, jika

Resultan gaya : $\Sigma F = 0$ dan resultan momen torsi : $\Sigma \Gamma = 0$

Jika suatu sistem keseimbangan gaya di bawah ini



Dalam sistem di atas akan berlaku

$$\Sigma F = 0$$

$$F_1 - F_2 = 0 \quad \rightarrow \quad F_1 = F_2$$

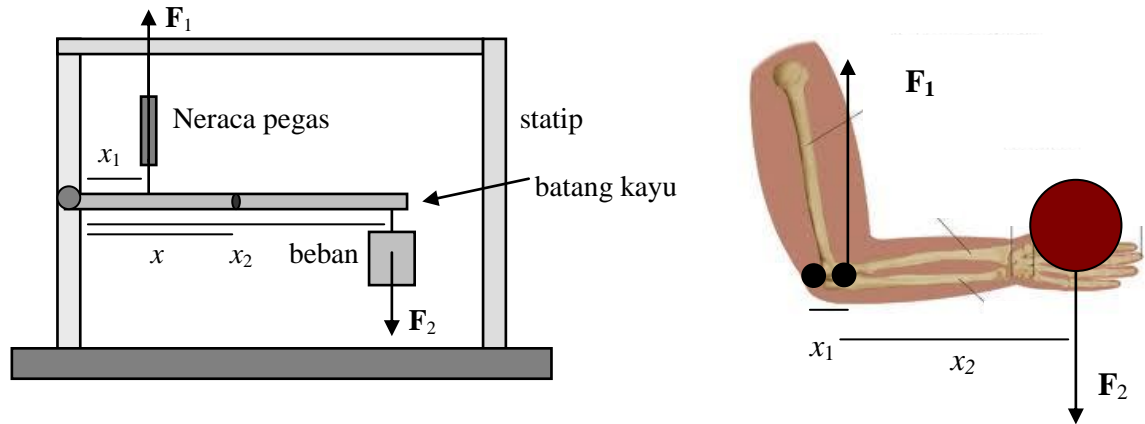
$$\Sigma \Gamma = 0$$

$$F_2 x_2 - F_1 x_1 = 0 \quad \rightarrow \quad F_2 x_2 = F_1 x_1$$

Dari sistem keseimbangan di atas jika F_2 semakin besar, maka besar x_2 semakin kecil, atau semakin besar F_2 maka F_1 juga semakin besar, jika x_1 dan x_2 tetap.

Berat benda : $w = m g$

Skema Percobaan



D. Langkah Percobaan

1. Susun alat seperti skema alat di atas.
2. Timbang batang kayu (m).
3. Timbang beban (m_2) letakkan beban pada tempat beban dan catat jarak x_2 .
4. Catat jarak neraca pegas x_1 dan besar gaya yang ditunjukkan pada neraca pegas.
5. Ulangi percobaan dengan cara mengubah besar beban m_2 , jarak x_1 , dan x_2 .

E. Data Percobaan

No.	m (g)	x (cm)	x_1 (cm)	x_2 (cm)	F (N)	m_2 (g)
1.
2.	
3.		
4.		
5.						

F. Tugas / Pertanyaan

1. Hitung besar F_1 dan bandingkan dengan besar F_1 yang ditunjukkan pada neraca pegas.
2. Beri kesimpulan hasil percobaan dengan sistem lengan tangan berbeban.

PERCOBAAN 5

DAYA HANTAR LISTRIK LARUTAN ELEKTROLIT

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menunjukkan adanya daya hantar larutan elektrolit.
2. Mengukur daya hantar larutan elektrolit.

B. Alat dan Bahan

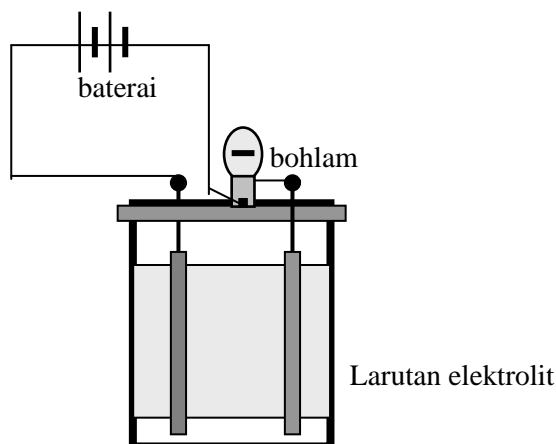
- | | |
|----------------------------|--|
| 1. larutan elektrolit | 6. kabel penghantar |
| 2. bohlam | 7. gelas ukur |
| 3. baterai/sumber tegangan | 8. air |
| 4. bekerglass | 9. garam dapur, gula pasir, H_2SO_4 , $NaOH$ |
| 5. elektroda tembaga | KOH , CH_3COOH . dll |

C. Dasar Teori

Agar arus listrik dapat mengalir, maka harus ada penghantar. Arus listrik dapat mengalir pada suatu larutan, maka larutnya harus merupakan larutan elektrolit. Elektrolit diantaranya : asam sulfat, sama nitrat, asam asetat, larutan garam dapur, larutan natrium hidroksida, larutan kalium hidroksida, dll.

Semakin besar konsentrasi larutan elektrolit akan semakin besar arus yang dapat mengalir.

Skema Percobaan



IV. Langkah Percobaan

1. Susun alat seperti pada gambar atas.
2. Masukkan air ke dalam beker dan amati apakah bohlam menyala?.
3. Masukkan garam dapur halus ke dalam air kemudian aduk, amati apakah bohlam menyala?.
4. Ganti air dengan larutan lain (misal asam sulfat, NaOH, KOH, asam asetat, larutan gula dan amati bohlam seperti di atas.

V. Tugas / Pertanyaan

1. Buat tabel data percobaan sebelum percobaan.
2. Apakah gula pasir termasuk zat elektrolit.
3. Buat kesimpulan dari hasil percobaan yang diperoleh.

PERCOBAAN 6
PENGARUH WARNA TERHADAP
KONDUKTIVITAS BAHAN

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menunjukkan pengaruh warna logam terhadap daya serap dan daya pancar kalor.
2. Membandingkan besar daya serap warna logam pada energi kalor.

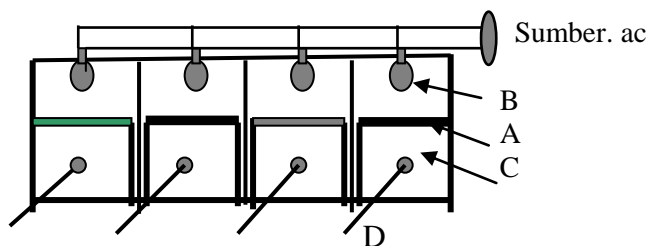
B. Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. kotak dari kayu | 4. saklar, sumber ac |
| 2. <i>power-supply</i> /catu daya | 5. 4 termometer, <i>stopwatch</i> |
| 3. 4 buah bohlam | 6. 4 lempeng logam berwarna |

C. Dasar Teori

Perambatan kalor ada tiga, antara lain : konduksi, konveksi, dan radiasi. Secara teori besarnya kalor yang diserap atau dipancarkan oleh suatu permukaan zat tergantung emitivitas bahan. Banyaknya kalor yang merambat secara konduksi persatuam waktu adalah $H = k \frac{A\Delta T}{T}$. Jumlah kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda adalah : $R = e\sigma T^4$. Jumlah kalor yang diserap suatu zat adalah $Q = mc\Delta T$.

D. Skema Alat Percobaan



Keterangan :
A : pelat logam warna
B : bohlam
C : ruangan udara/gas
D : termometer

E. Langkah Percobaan

1. Letakkan pelat logam dan termometer pada tempatnya.
2. Catat suhu masing-masing ruangan di bawah pelat logam berwarna.

3. Hidupkan ke empat lampu dengan cara menekan saklar (ke empat bohlam mer 15 secara bersamaan, dan jalankan *stopwatch*.
4. Catat suhu ruangan setiap 2 men 14
5. Setelah memperoleh data 10, matikan nyala bolam dan catat terus suhu ruangan setiap 2 menit.

F. Tugas / Pertanyaan

1. Lengkapi dasar teori yang mendukung / sesuai dengan percobaan di atas.
2. Buatlah grafik hubungan antara suhu ruangan dengan waktu, masing-masing warna
3. Bagaimana cara menghitung luas daerah grafik yang kamu buat.
5. Urutkan pelat logam warna yang menyerap kalor paling besar sampai kecil, begitu pula pancaran kalornya.
4. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang anda lakukan.

PERCOBAAN 7

DAYA PISAH LENSA MATA

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Mengetahui kemampuan lensa mata membedakan batas dua sumber cahaya yang terpisahkan.
2. Menentukan jarak maksimum sampai mata masih dapat membedakan sumber cahaya terpisahkan

B. Alat-alat

1. dioda led
2. baterai + hambatan listrik
3. roolmeter

C. Dasar Teori

Pada saat kita melihat dua buah sumber cahaya (misal dua buah lampu berdekatan), pada saat dilihat dari dekat akan terlihat dua sumber cahaya terpisah. Akan lain jika dilihat dari kejauhan. Orang satu dengan lainnya kemampuan melihat untuk memisahkan dua sumber cahaya akan berbeda, apalagi orang yang mempunyai cacat mata atau orang yang memakai kaca mata.

Kemampuan lensa atau sistem optik untuk memisahkan bayangan dari dua titik sumber cahaya yang terpisah pada jarak minimum disebut **daya-urai**.

$$d = \frac{1,22\lambda L}{D} \quad (\text{mata normal})$$

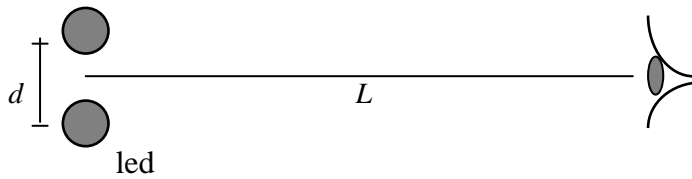
d = jarak daya urai / jarak dua sumber cahaya (m)

L = jarak objek dengan lensa (m)

D = lebar diafragma (D lensa mata ± 2 mm)

λ = panjang gelombang cahaya (± 5.500 A)

Skema Alat Percobaan



17

D. Langkah Percobaan

16

1. Nyalakan kedua led dan catat jarak kedua led (d).
2. Amati kedua led sampai kedua nyala led terlihat tidak terpisah (jadi satu), dengan cara pengamat bergerak menjauh dari kedua nyala led. Catat jarak L (yang memakai kaca mata dilepaskan).
3. Ulangi percobaan untuk jarak d yang berbeda (untuk pengamat yang sama) dimulai saat kedua led bersentuhan dan diubah setiap kenaikan 0,5 mm.
4. Ulangi lagi untuk pengamat (praktikan) yang lain.

E. Tugas / Pertanyaan

1. Lengkapi dasar teori yang mendukung/sesuai dengan percobaan di atas.
2. Hitung panjang L dan bandingkan dengan panjang L hasil pengamatan.
3. Jelaskan bagaimana cara percobaan, jika lensa diganti dengan sebenarnya?
4. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang anda lakukan.

PERCOBAAN 8

TEKANAN DARAH MANUSIA

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Terampil mengoperasikan alat tensimeter.
2. Mengukur tekanan darah manusia (praktikan).

B. Alat-alat

Satu set alat tensimeter

Skema Alat Percobaan



Tekanan darah normal untuk manusia dewasa (dengan kondisi saat pengukuran normal, tidak setelah berolahraga):

Sistole : kurang dari 120 mmHg (2,32 psi atau 15 kPa) : (tekanan atas).

Diastole : kurang dari 80 mmHg (1,55 atau 10 kPa) : (tekanan bawah).

C. Langkah Percobaan

1. Percobaan dilakukan dengan satu praktikan sebagai operator alat (yang melakukan pengukuran) dan satu lagi yang akan diukur tekanan darahnya.
2. Pasang alat yang digulung pada lengan kanan atau lengan kiri dan kencangkan.
3. Pasang alat deteksi pada lekukan lengan yang diukur tekanan darahnya.
4. Pompa pada gelembung karet (sebelumnya pengatur udara ditutup lebih dahulu).

5. Kendurkan pengatur tekanan dan ukur tekanan darah yang tertera pada manometer sampai terdengar detak jantung. Diteruskan sampai detak jantung menghilang. Tekanan mulai terdengar merupakan tekanan **sistole** (tekanan atas) dan detak menghilang merupakan tekanan **diastole** (tekanan darah bawah).
6. Ulangi lagi untuk memastikan besarnya tekanan darah seseorang.
7. Ulangi lagi untuk praktikan yang lain. (objek pengukuran).

D. Tugas / Pertanyaan

1. Mengapa tekanan darah manusia satu dengan lainnya berbeda.
2. Apa saja yang mempengaruhi tekanan darah manusia.

PERCOBAAN 9

TUAS DALAM TUBUH MANUSIA

1. Tujuan Percobaan :

- Mengidentifikasi bagian-bagian dari sistem kerangka manusia yang bekerja menggunakan prinsip kerja tuas.
- Menyusun formula keuntungan mekanis pada tuas.

2. Alat dan bahan

- Penggaris/alat ukur panjang
- Tubuh manusia
- Alat-alat rumah tangga dengan prinsip tuas

3. Dasar teori

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan diberi kelebihan-kelebihan secara fisik maupun pikiran sehingga mampu menemukan peralatan yang memudahkan pekerjaan sehari-hari. Kemampuan manusia memindahkan sebuah beban dari satu tempat ke tempat lain atau mengangkat beban dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi sangat terbatas. Secara fisik, manusia memiliki kemampuan maksimum atau *maximum output power* rata-rata sekitar 200 watt/jam, kecuali pada atlet yang dapat mencapai 350 watt/jam. Dengan kemampuan atau power tersebut, manusia hanya mampu mengangkat beban tidak melebihi bobot sekitar 20–35 kg. Untuk melakukan aktivitas kerja, manusia memerlukan energi yang diperoleh dari hasil oksidasi terhadap sejumlah bahan makanan, seperti karbohidrat dan lemak. Energi digunakan oleh otot untuk menggerakkan tulang. Tulang merupakan alat gerak pasif, sedangkan otot merupakan alat gerak aktif. Hubungan antar satu tulang dengan tulang yang lain dihubungkan oleh sendi. Adanya sendi memungkinkan tulang bergerak sesuai dengan bentuk sendi.

Bagaimana jika manusia ingin mengangkat atau memindahkan beban lebih dari 35 kg, seperti mengangkat seekor gajah atau seperti yang dilakukan orang mesir untuk mengangkat batu seberat 2,5 ton ketika membangun piramida? Dengan akal pikirannya, manusia mengembangkan alat-alat bantu berupa pesawat sederhana.

Kerangka tubuh manusia yang berupa tulang dan otot juga bekerja dengan prinsip-prinsip pesawat sederhana.

Tubuh manusia yang berfungsi sebagai alat untuk bekerja adalah tulang dan otot. Tulang dan otot bekerja secara terkoordinasi dengan bantuan sistem syaraf. Sumber energi diperoleh melalui serangkaian proses kimia yang kompleks atau disebut metabolisme. Dengan energi ini, komponen-komponen tubuh dapat digerakkan dan melakukan aktivitasnya sesuai dengan kebutuhan. Kerangka tubuh manusia sudah dirancang sedemikian rupa untuk memudahkan untuk melakukan aktivitas, seperti: berlari, melompat dan melempar. Kemampuan komponen-komponen tersebut dalam melakukan gerak kompleks tergantung pada hubungan struktural unsur-unsur gerak, yaitu sistem kerangka (*skeleton*) dan sistem otot (*muscular*). Kebanyakan unsur-unsur skeleton (kerangka) berfungsi seperti tuas yang didukung oleh otot. Manusia melakukan kerja dengan menggunakan sejumlah energi yang diperoleh melalui hasil pembakaran bahan makanan atau metabolisme. Kerja yang dilakukan merupakan salah satu bentuk transfer energi dari energi kimia menjadi gaya yang diikuti dengan bergesernya benda dimana gaya bekerja. Energi dan kerja (usaha) diukur dengan satuan yang sama, yaitu Joule (Newton.m) karena usaha merupakan salah satu bentuk energi. Usaha didefinisikan sebagai hasil perkalian antara gaya dengan jarak perpindahan.

$$W = F \cdot S$$

Jika benda tidak bergerak atau berpindah tempat maka usaha dianggap nol, meskipun gaya telah bekerja. Perpindahan benda akibat kerja gaya adalah searah dengan arah kerja gaya.

Berbeda dengan gaya, power atau disebut juga daya merupakan besar usaha yang dilakukan per satuan waktu. Power atau daya didefinisikan sebagai perbandingan antara usaha (W) dengan waktu (t). Satuan daya adalah Joule per detik.

$$P = \frac{W}{t}$$

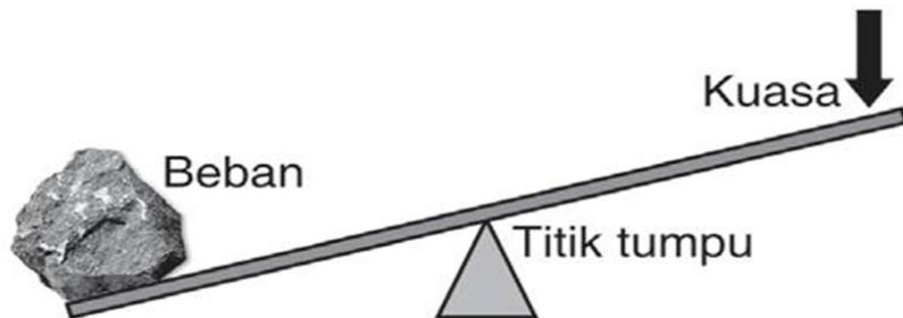
Berkaitan dengan usaha dan daya tersebut, manusia melakukan berbagai upaya agar dapat melakukan kegiatan di luar batas kemampuannya atau berusaha mendapatkan keuntungan mekanis yang diharapkan. Keuntungan mekanis

didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang dihasilkan dengan gaya yang diberikan.

$$K = \frac{F_{o(output)}}{F_{i(input)}}$$

Tuas

Tuas adalah alat yang digunakan untuk mempermudah mengungkit beban. Sistem kerja tuas ada 3 yaitu, titik tumpu, kuasa dan beban. Titik tumpu adalah bagian yang berada di antara beban dan kuasa. Kuasa adalah gaya yang diberikan untuk mendorong tuas. Beban adalah benda yang akan dipindahkan. Perbandingan antara beban dan kuasa adalah sama dengan perbandingan antara lengan kuasa dan lengan beban. Unsur-unsur pada tuas terdiri dari komponen-komponen seperti tampak pada gambar 1 di bawah ini



Gambar 1: Tuas

Titik tempat tuas bertumpu disebut *titik tumpu* (T). Ujung batang tuas tempat beban diangkat disebut *titik beban* (B). Jarak dari titik T sampai ke garis kerja beban disebut *lengan beban* (l_b). Jarak dari titik T sampai ke garis kerja gaya (F) yang diberikan di sebut *lengan kuasa* (l_k). Jika gaya berat w_b dimbangi gaya kuasa F_k , dalam keseimbangan tuas berlaku hubungan:

$$\text{Beban} \times \text{lengan beban} = \text{kuasa} \times \text{lengan kuasa}$$

Hubungan tersebut secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W_b l_b = F_k l_k$$

Dalam hal ini

W_b = gaya berat beban (N)

L_b = lengan beban (m)

F_k = gaya kuasa (N)

L_k = lengan kuasa (m)

Tuas merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang banyak dijumpai dalam bagian-bagian kerangka tubuh manusia, meskipun mungkin selama ini kurang perhatian. Sistem kerja tuas diciptakan Tuhan yang Maha Esa dalam sistem kerangka manusia bertujuan untuk mempermudah manusia melakukan gerak mekanik dalam kehidupannya sehari-hari. Agar dapat memahami bagaimana hal itu bisa terjadi, kita perlu memahami sistem gerak manusia, terutama sistem kerangka (*skeleton*) dan sistem otot (*muscular*), baru kemudian memahami prinsip kerja tuas baik pada sistem kerangka maupun pada alat-alat sederhana yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari

Sistem Rangka

Sistem rangka merupakan kumpulan dari beragam jenis tulang dalam suatu tubuh. Seorang bayi memiliki sekitar 300 tulang pada saat lahir. Tulang-tulang pada bayi yang didominasi oleh tulang rawan (*cartilage*) secara perlahan tumbuh dan berkembang hingga mencapai ukuran tetap pada usia dewasa sekitar 25 tahun dengan bantuan asupan kalsium. Sistem kerangka memiliki banyak peran, yaitu: melindungi alat-alat/organ vital tubuh (otak, jantung, dan paru), membentuk tubuh, melakukan gerak, dan memproduksi sel-sel darah dan menyimpan mineral-mineral terutama kalsium. Kerangka manusia terdiri dari dua bagian, yaitu: kerangka aksial dan kerangka appendikular. Kerangka aksial membentuk aksis tubuh yang menopang banyak organ termasuk tengkorak, kerangka appendikular mencakup tulang-tulang anggota badan. Tempat dimana dua tulang bertemu disebut sendi (*joint*). Tulang-tulang dipertemukan pada sendi dengan bantuan ligamen. Ligamen berupa pita kuat elastis yang merupakan jaringan pengikat. Ketika tulang-tulang gerakkan, ligamen mengalami friksi. Sendi dilengkapi dengan pelumas yang disebut cairan sinovial

yang membantu tulang bergerak secara bebas. Persoalan yang menarik dari sistem kerangka dalam konteks pesawat sederhana adalah memahami derajat kebebasan bergerak (DKB) setiap unsur kerangka dalam sistem kerangka. DKB sering dinyatakan dalam 6 sistem koordinasi, yaitu 3 derajat kebebasan translasional arah sumbu (x, y, z) dan 3 derajat kebebasan angular/sudut (\emptyset_x , \emptyset_y , dan \emptyset_z). Keenam derajat kebebasan tersebut bersifat independen antara satu dengan lainnya. Pada bagian kerangka tertentu, kita dapat mengubah DKB translasional tetapi mempertahankan DKB angularnya. Sebaliknya, bagian kerangka lainnya kita dapat mengubah DKB angularnya tetapi memperntahankan translasinya. Ketika menggerakkan kepala tangan melalui lengan, kita mengubah DKB translasinya tetapi mempertahankan DKB angularnya, atau sebaliknya mengubah derajat angularnya dan mempertahankan translasinya atau bahkan mengubah kedua-duanya. Pada bagian kerangka tertentu, kita ingin mengubah keenam derajat kebebasan tersebut, seperti pada bagian sendi yang dikenal sebagai artikulasi. Ada dua jenis artikulasi, yaitu fibrous (dihubungkan oleh jaringan pengikat) dan cartilagenus (tulang rawan) yang hanya dapat dibengkokkan secara terbatas. Hanya sendi-sendi synovial yang memiliki derajat kebebasan angular gerak yang besar. Semakin besar derajat kebebasannya, semakin bebas bagian kerangka tersebut untuk dapat digerakkan. Pada bagian anggota tubuh seperti tulang paha (*femur*), bagian atas dihubungkan dengan tulang panggul oleh sebuah putar memiliki 3 DKB. Sebaliknya lutut yang berupa sendi engsel memiliki 1 DKB. Pergelangan kaki yang berupa sendi pelana memiliki 2 DKB. Dengan demikian pada setiap kaki memiliki 6 DKB gerak angular yang diperlukan untuk memposisikan kaki. Sekarang kita coba perhatian bagaimana dengan tangannya masing-masing! Pada tangan bagian atas (*humerus*) yang terhubung pada bahu berupa sendi peluru dengan 3 DKB. Siku berupa sendi engsel dengan 1 DKB. Pergelangan tangan berupa sendi ellipsoidal dengan dua DKB. Jadi untuk menempatkan tangan diperlukan 6 DKB. Namun pada lengan terdapat 1 tambahan DKB, sehingga total DKB tangan adalah 7, yaitu gerak berguling antara tulang hasta dengan tulang pengumpil.

Sistem Otot

Sistem otot (muscular) pada dasarnya terdiri dari otot kerangka dan tendon. Otot kerangka terbuat dari jaringan otot kerangka. Dua jenis jaringan otot lainnya adalah otot jantung dan otot halus. Tendon merupakan jaringan penghubung yang menghubungkan otot kerangka dengan tulang. Fungsi utama otot kerangka adalah untuk menggerakkan tulang disamping untuk menopang dan melindungi organ-organ. Denyut jantung dan gerak saluran pencernaan merupakan kerja otot tak sadar karena tidak dapat dikontrol. Otot rangka kebanyakan berkaitan dengan gerak otot sadar yang dapat dikontrol gerakannya. Mengangkat beban melibatkan otot rangka dengan gerak yang dapat dikontrol (otot sadar). Jaringan otot rangka tersusun dari ribuan serat otot silinder yang tersebar pada sepanjang otot. Serat-serat otot tersebut terhubung satu sama lain melalui jaringan penghubung. Pada jaringan penghubung ini terdapat pembuluh darah dan syaraf. Setiap sel pada serat otot terdapat mitokondria untuk memproduksi energi. Saat otot berkontraksi, sebuah reaksi kompleks menyebabkan serat-serat otot memendek, namun ketika otot rileks, serat-serat otot memanjang kembali ke bentuk semula. Pada umumnya otot-otot bekerja secara berpasangan yang disebut fleksor dan ekstensor. Jika sebagian otot dibengkokkan maka disebut fleksor, seperti ketika tangan dibengkokkan. Sebaliknya, ketika sebagian otot diluruskan, maka disebut ekstensor, seperti ketika tangan atau kaki diluruskan. Aktivitas fleksor dan ekstensor tersebut terjadi pada persendian yang memungkinkan terjadinya gerak kerangka.

4. Prosedur Pengamatan dan Tabel Pengamatan

- a. Secara berkelompok identifikasi alat-alat dalam kehidupan sehari-hari yang kerjanya berdasarkan prinsip tuas

No	Nama Alat	Diskripsi Fungsi dan Prinsip Kerja Alat
1		
2		
3		

10		

- b. Secara kelompok buatlah gambar/sket alat tersebut dan tentukan letak titik tumpu, serta ukurlah panjang lengan beban dan lengan kuasa

No	Nama Alat	Letak titik tumpu	Panjang lengan beban	Panjang lengan kuasa	Gambar/sket
1					
2					
3					

10					

- c. Secara kelompok, carilah dan identifikasilah (sebanyak mungkin) bagian kerangka manusia yang bisa melakukan gerak/bekerja berdasarkan prinsip tuas,

No	Nama bagian tubuh	Gambar/sket	Diskripsi kerja
1			

- d. Secara kelompok tentukan letak titik tumpu pada bagian , serta ukurlah panjang lengan beban dan lengan kuasa

No	Nama bagian	Letak titik tumpu	Panjang lengan beban	Panjang lengan kuasa
1				
2				
3				

- e. Secara kelompok, identifikasilah bagian kerangka manusia yang bisa melakukan gerak rotasi, gerak translasi, dan keduanya (gerak rotasi dan gerak translasi). Jika masih kesulitan, gerak-gerak tersebut dapat diperagakan.

Nama bagian tubuh yang dapat melakukan gerak rotasi	Nama bagian tubuh yang dapat melakukan gerak translasi	Nama bagian tubuh yang dapat melakukan gerak rotasi dan translasi

- f. Buatlah laporan atas hasil pengamatan Anda secara individual lengkapilah dengan dasar teori, data pengamatan, pembahasan, kesimpulan dan daftar pustaka yang Anda gunakan

PERCOBAAN 10

VISKOSITAS CAIRAN

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat

1. Mengukur kekentalan cairan.
2. Menunjukkan pengaruh suhu terhadap kekentalan cairan.

B. Alat-alat

1. alat viskosimeter **Oswald**
2. air
3. pemanas listrik
4. termometer

C. Dasar Teori

Suatu cairan jika mengalir melalui suatu saluran, kecepatan aliran cairan akan berbeda untuk jenis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena cairan mempunyai kekentalan atau viskositas. Di samping itu, suhu juga mempengaruhi besar kecepatan aliran. Semakin besar suhu, kekentalan cairan akan berkurang.

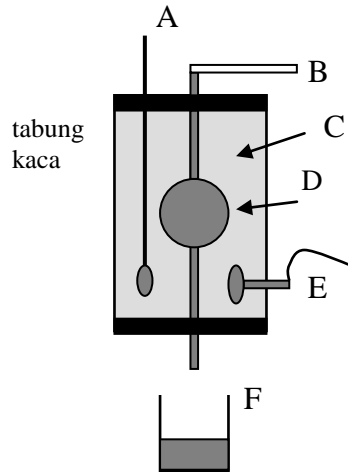
Hubungan viskositas dengan suhu dirumuskan oleh Poiseule diperoleh hubungan

$$\eta = \eta_o \frac{1}{(1 + at + bt^2)}$$

a dan b suatu konstanta , t = suhu

Alat yang dipergunakan untuk mengukur viskositas cairan adalah **viskosimeter**. Salah satu alat yang dipergunakan untuk mengukur viskositas cairan adalah dengan alat **Oswald**, seperti gambar di bawah

Skema :



- Keterangan Gambar**
- A = termometer
 - B = pengisap
 - C = air
 - D = bola kaca
 - E = pemanas listrik
 - F = beerglass

Prinsip kerja alat viskosimeter ini adalah perbandingan viskositas dengan lama waktu aliran.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

Keterangan

- η_1 = viskositas cairan yang diketahui
- η_2 = viskositas cairan yang dicari
- t_1 = waktu aliran cairan 1 (standar)
- t_2 = waktu aliran cairan 2 (yang dicari)

D. Prosedur Percobaan

1. Siapkan peralatan yang diperlukan.
2. Masukkan air ke dalam beerglass dan ukur suhunya.
3. Masukkan pipa bagian bawah ke dalam beker yang berisi air dan hisap melalui pengisap B sampai air pada batas yang ditentukan dan tutup dengan jari.
4. Buka jari dan ukur waktu aliran sampai air di dalam bola kaca habis.
5. Panaskan air di sekitar bola kaca, kemudian lakukan percobaan 2 – 4 untuk suhu yang berbeda.
6. Ulangi lagi untuk cairan yang lain (misal spiritus/alkohol/larutan garam).

E. Tabel Percobaan

No.	Nama cairan	Suhu (T_1)	Waktu (t)	
1.	Air	..... .....	..... .....
2.	Spiritus	..... .....	..... .....

F. Tugas / Pertanyaan

1. Tentukan viskositas masing-masing cairan pada suhu tertentu.
2. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang anda lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Goldstein, S, 1957, *Modern Developments in Fluid Dynamics*, Oxford at the Clarendon Press, London.
- Halliday, & Resnick, 1990, *Fisika* Jilid 1, Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, Erlangga, Jakarta
-, 1990, *Fisika* Jilid 2, Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, Erlangga, Jakarta.
- Lewitt, E, H, 1963, *Hydraulics*, Henry Holt and Company, New York.
- Sears, F,W, & Zemansky, M, W, 1964, *Collge Physics*, Addison Wesley Publishing Company, INC, London.
-1962, *Fisika untuk Universitas*, Binacipta, Jakarta.
- Tipler, Paul A, 1991, *Físika*, Jilid 1, Terjemahan : Lea Prasetio & Rahmad W Adi, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

Tabel Viskositas Air

T (°C)	η (centipoise)		T (°C)	η (centipoise)
0	1,792		38	0,681
1	1,731		39	0,668
2	1,673		40	0,656
3	1,619		41	0,644
4	1,567		42	0,632
5	1,519		43	0,621
6	1,473		44	0,610
7	1,428		45	0,599
8	1,386		46	0,588
9	1,346		47	0,578
10	1,308		48	0,568
11	1,271		49	0,559
12	1,236		50	0,549
13	1,203		52	0,532
14	1,171		54	0,515
15	1,140		56	0,499
16	1,111		58	0,483
17	1,083		60	0,469
18	1,056		62	0,455
19	1,030		64	0,442
20	1,005		66	0,429
21	0,981		68	0,417
22	0,958		70	0,406
23	0,936		72	0,395
24	0,914		74	0,385
25	0,894		76	0,375
26	0,874		78	0,366
27	0,855		80	0,357
28	0,836		82	0,348
29	0,818		84	0,339
30	0,801		86	0,331
31	0,784		88	0,324
32	0,768		90	0,317
33	0,752		92	0,310
34	0,737		94	0,303
35	0,723		96	0,296
36	0,709		98	0,290
37	0,695		100	0,284

Sumber : (Goldstein, 1957)

Viskositas Beberapa Macam Zat

Suhu (°C)	η minyak jarak (poise)	η Air (centipoise)	η Udara (mikropoise)
0	53	1,792	171
20	9,86	1,005	181
40	2,31	0,656	190
60	0,80	0,469	200
80	0,30	0,357	209
100	0,17	0,284	218

Massa Jenis Beberapa Macam Zat

Bahan	ρ (g/cm ³)	Bahan	ρ (g/cm ³)
Air	1,00	Gliserin	1,26
Aluminium	2,7	Kuningan	8,6
Baja	7,8	Perak	10,5
Benzena	0,90	Platina	21,4
Besi	7,8	Raksa	13,6
Emas	19,3	Tembaga	8,9
Es	0,92	Timah hitam	11,3
Etil alkohol	0,81		

Massa Jenis dan volume Jenis Air

$t^{\circ}\text{C}$	ρ (g/cm ³)	v (cm ³ /g)
0	0,9998	1,0002
4	1,0000	1,0000
10	0,9997	1,0003
20	0,9982	1,0018
50	0,9881	1,0121
75	0,9749	1,0258
100	0,9584	1,0434

Tabel Panas Jenis Zat

Logam	Panas Jenis c (kal/g C ^o)	Daerah Suhu (°C)
Aluminium	0,217	17 – 100
Berilium	0,470	20 – 100
Besi	0,113	18 – 100
Perak	0,056	15 – 100
Raksa	0,033	0 – 100
Tembaga	0,093	15 – 100
Timbal	0,0031	20 - 100

Sumber : (Sears, 1985)

Tekanan Uap atau titik Didih Air

T_d (°C)	Tekanan Uap (cm Hg)
0	0,458
5	0,651
10	0,894
15	1,267
20	1,75
40	5,51
60	14,9
80	35,5
100	76
120	149
140	271
160	463
180	751
200	1.165
220	1.739

Sumber : (Sears, 1985)