

PETUNJUK PRAKTIKUM

FISIKA DASAR I



Disusun oleh :
Drs. Al. Maryanto.

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2006

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karuniaNya sehingga Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I untuk mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika ini dapat diselesaikan/direvisi .

Petunjuk Praktikum ini secara khusus digunakan untuk Jurusan Pendidikan Fisika (meliputi Program Studi Fisika, Pendidikan Fisika) dan Jurusan Pendidikan Kimia (meliputi Program Studi Kimia dan Pendidikan Kimia) di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

Materi yang disajikan dalam Praktikum Fisika Dasar I meliputi :

- Ketidakpastian dalam pengukuran, materi ini memberi dasar-dasar suatu pengukuran besaran fisis beserta berbagai keterbatasan pengukuran dan berbagai teknik penentuan ketidakpastian (error) suatu pengukuran.
- Materi Mekanika : Gerak Lurus, Konstanta Gaya Pegas, Tegangan Permukaan Zat Cair dan Kekentalan Zat Cair.
- Materi Kalor : Koefisien Muai Panjang dan Panas Jenis zat padat

Di samping itu disajikan juga Tata Tertib di Laboratorium Fisika agar para mahasiswa dapat bekerja dengan baik, tertib, lancar dan tidak merusakkan alat.

Namun demikian Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik untuk kesempurnaan Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I ini sungguh kami harapkan

Yogyakarta, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
TATA TERTIB PRAKTIKUM	4
1. Pendahuluan	5
2. Percobaan 1 : Gerak Lurus	10
3. Percobaan 2 : Konstanta Gaya Pegas.....	15
4. Percobaan 3 : Tegangan Permukaan Zat Cair	21
5. Percobaan 4 : Kekentalan Jenis Zat Cair.....	23
6. Percobaan 5 : Koefisien Muai Panjang	27
7. Percobaan 6 : Panas Jenis Zat Padat.....	31

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Praktikan datang 10 menit sebelum praktikum dimulai
2. Praktikan harus telah lulus pre tes praktikum untuk mata praktikum yang akan dilakukan (menunjukkan kartu praktikum)
3. Praktikan masuk laboratorium setelah diijinkan oleh petugas / asisten / pembimbing
4. Praktikan harus meletakkan tas / buku miliknya pada tempat yang telah disediakan (rak), perhiasan, uang atau barang berharga lainnya harap dibawa / dirawat sendiri atau ditipkan pada petugas laboratorium. Kehilangan barang di laboratorium bukan tanggung jawab petugas laboratorium.
5. Praktikan harus berpakaian rapi dan sopan, tidak dibenarkan menggunakan kaos tanpa krah (kaos oblong), sandal dan topi.
6. Praktikan tidak dibenarkan makan, minum atau merokok dalam ruang praktikum.
7. Praktikan harus melakukan pengecekan kelengkapan alat-alat yang akan dipergunakan, bila ternyata kurang lengkap dimohon melaporkan pada petugas laboratorium untuk ditindak lanjuti.
8. Praktikan dilarang menggunakan alat-alat praktikum di luar kepentingan praktikum (misal : untuk main-main).
9. Praktikan dilarang menghubungkan alat-alat listrik ke sumber listrik sebelum diijinkan oleh asisten / pembimbing.
10. Praktikan harus menata kembali alat-alat yang telah selesai digunakan dalam keadaan bersih dan utuh (tidak rusak)
11. Praktikan menata kembali tempat duduk dan meja yang telah digunakannya sebelum meninggalkan ruangan laboratorium.
12. Praktikan yang merusakkan alat harus melapor kepada petugas dan harus memperbaiki / mengganti alat tersebut.
13. Praktikan harus membuat dan mengumpulkan Laporan Praktikum setelah praktikum berakhir
14. Praktikan yang tidak dapat mengikuti praktikum harus meminta ijin secara tertulis dengan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan . (Selain karena sakit, praktikan hanya diperbolehkan ijin maksimal 2 kali)
15. Kegiatan praktikum yang tidak dapat terlaksana sesuai jadwal, dapat dilaksanakan pada waktu yang lain dengan persetujuan pembimbing.
16. Praktikan yang melanggar Tata Tertib Praktikum ini akan dilakukan tindakan berupa : teguran ringan, teguran keras dan tidak diperbolehkan mengikuti praktikum
17. Hal-hal yang belum diatur dalam Tata Tertib Praktikum ini akan di atur kemudian.

PENDAHULUAN

KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN

A. PENDAHULUAN

Telah diketahui bahwa hasil pengamatan atau pengukuran besaran-besaran fisis harus dinyatakan dengan bilangan. Misalkan anda mengukur panjang sebuah balok kecil yang panjangnya lebih kurang 2,5 cm. Jika anda menggunakan penggaris plastik biasa tentulah anda tidak dapat dengan pasti mengatakan bahwa panjangnya misalnya 2,63 cm karena skala terkecil pada penggaris tersebut hanya dalam mm. Jadi angka 3 dalam hasil di atas hanya suatu perkiraan saja, ada ketidakpastian pada angka 3 tersebut. Lain halnya jika anda menggunakan alat lain misalnya jangka sorong yang mampu menunjukkan sampai 0,005 cm atau mikrometer sekrup yang dapat dibaca sampai 0,001 cm.

Alat manapun/apapun yang anda gunakan selalu ada angka yang mengandung ketidakpastian, dalam hal ini karena keterbatasan kemampuan alat yang digunakan. Ketidakpastian dalam pengukuran tidak hanya ditimbulkan oleh keterbatasan skala yang dapat dibaca pada alat, tetapi banyak sumber lain misalnya bahan penggaris yang mudah mengembang dan menyusut dengan perubahan suhu atau cara sipengamat menggunakan alat atau membaca skala yang tidak baik dsb. Satu hal yang jelas :

SUATU PENGUKURAN SELALU DIHINGGAPI KETIDAKPASTIAN

B. SUMBER KETIDAKPASTIAN

Sumber ketidak pastian ini dapat digolongkan sbb :

1. Adanya nilai skala terkecil
2. Adanya ketidakpastian bersistem
3. Adanya ketidakpastian acak
4. Keterbatasan pada pengamat.

Dibawah ini akan diungkapkan lebih lanjut mengenai berbagai macam ketidakpastian sesuai dengan penyebabnya diatas.

1) NILAI SKALA TERKECIL

Seperti telah dicontohkan diatas setiap alat ukur memiliki skala dalam berbagai macam bentuk, tetapi setiap skala mempunyai batasan yaitu sklala terkecil yang dapat dibaca.

Sekali lagi contohnya alat ukur panjang. Penggaris plastik biasa digoreskan dengan garis-garis berjarak 1 mm, maka nilai skala terkecilnya 1 mm. Sebuah jangka sorong adalah alat ukur panjang yang dibantu dengan nonius yang memungkinkan kita membaca hingga 0,1 atau 0,05mm.

Jadi skala terkecilnya 0,1 atau 0,05 mm. Mikrometer sekrup mempunyai alat bantu yang memungkinkan kita membaca hingga 0,01 mm, maka nilai skala terkecilnya 0,01 mm. Meskipun

jarak antar goresan dapat dibuat sampai 0,001 mm atau lebih kecil, tanpa alat bantu kita tidak dapat membacanya (ini disebabkan keterbatasan pada mata kita yang disebut daya pisahnya).

2) **KETIDAKPASTIAN BERSISTEM**

Ketidak pastian bersistem dapat disebut sebagai kesalahan karena ia bersumber pada kesalahan alat, diantaranya :

- Kesalahan kalibrasi yaitu penyesuaian pembubuhan nilai pada garis skala saat pembuatannya.
- Kesalahan titik nol yang disebabkan tergesernya penunjuk nol yang sebenarnya dari garis nol pada skala. Kesalahan ini ada yang dapat dikoreksi sebelum pengukuran dimulai tetapi ada pula yang tidak. Jika tidak dapat dicocokkan harus dicatat kesalahan ini dan dapat dikoreksi pada penulisan hasil pengukuran nantinya.
- Kesalahan alat lainya seperti melemahnya pegas yang digunakan atau terjadi gesekan antara jarum penunjuk dan bidang skala.
- Kesalahan pada arah pandang membaca nilai skala misalnya bila ada jarak antara jarum dan garis-garis skala.

Kesalahan bersistem sesuai namanya memberikan penyimpangan tertentu yang prinsipnya dapat dikoreksi/diperhitungkan.

3) **KETIDAK PASTIAN ACAK**

Ketidakpastian ini ditimbulkan oleh kondisi lingkungan yang tidak menentu yang mengganggu kerja alat ukur, misalnya gerak Brown molekul udara, fluktansi tegangan listrik dan bising (nois) elektronik yang bersifat acak dan sukar dikendalikan.

4) **KETERBATASAN PADA PENGAMAT**

Sumber ketidakpastian yang tidak boleh dianggap ringan adalah keterbatasan pada sipengamat, diantaranya kurang terampil menggunakan alat, lebih-lebih alat canggih yang melibatkan banyak komponen yang harus diatur, atau kurang tajamnya mata membaca skala yang halus dsb.

C. CARA MENYATAKAN KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN TUNGGAL

Pada pengukuran tunggal (yang dilakukan hanya satu kali) ketidakpastian pada hasil ditentukan oleh kemampuan profesional pelaku pengukuran dengan mempertimbangkan skala ukur yang digunakan dan kondisi sistem fisis yang dikaji, **tetapi pada umumnya dipilih $\frac{1}{2} nst$ sebagai nilai ketidakpastiannya** karena secara empiris dianggap cukup memadai.

Hasil pengukuran tsb dilaporkan sebagai :

$$x \pm \Delta x$$

D. KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN BERULANG

Apabila keadaan memungkinkan secara intuitif kita merasakan bahwa jika suatu besaran diukur beberapa kali kita akan mendapat informasi yang lebih baik mengenai besaran tsb. Jika demikian bagaimana cara kita memperoleh informasi tersebut ?

Nilai mana yang dapat kita pandang sebagai ukuran yang lebih baik bagi besaran yang kita ukur itu? Ilmu statistika membenarkan intuisi kita itu dan memberikan cara mengolah data yang kita peroleh sbb :

- Nilai yang “sebenarnya” baru diperoleh jika pengukuran dilakukan (diulang) tak hingga banyaknya membentuk populasi dari besaran tsb.
- Dalam pengulangan yang terbatas jumlahnya yang merupakan “sampel” dari populasi besaran tsb, nilai terbaik yang dapat diperoleh dari sampel tsb sebagai suatu nilai yang mendekati nilai “sebenarnya” yang kita cari itu adalah :

$$\text{nilai rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

- Untuk menyatakan suatu tingkat kepercayaan kita pada nilai \bar{x} tsb digunakan suatu besaran berikut sebagai ketidakpastian Δx : yaitu yang disebut deviasi standar (simpangan baku) nilai rata-rata sampel tsb :

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

E. ANGKA BERARTI

Dalam menentukan nilai rata-rata \bar{x} dan deviasi standar Δx mungkin saja cara penulisan seperti ini lebih memperlihatkan bahwa angka yang kedua telah mengandung ketidakpastian.

Penulisan angka ketiga dan seterusnya tentulah tidak berarti lagi. Dalam contoh diatas hasil pengukuran dituliskan dalam 2 angka berarti. Hasil tersebut dapat pula dituliskan dalam bentuk-bentuk atau satuan lain sbb:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= (0,33 \pm 0,03) \text{ cm} \\ &= (0,033 \pm 0,003) \text{ dm} \\ &= (0,0033 \pm 0,0003) \text{ m}\end{aligned}$$

Dalam laporan ilmiah diutamakan menggunakan satu angka didepan koma sbb:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-1} \text{ cm} \\ &= (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-2} \text{ dm} \\ &= (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-3} \text{ m}\end{aligned}$$

Jumlah angka yang berarti yang digunakan dapat pula dilihat dari ketidakpastian relatif yang akan dibicarakan dibawah ini.

Aturan praktis yang digunakan adalah sbb:

Banyaknya angka berarti = $1 - \log \frac{\Delta x}{x}$

Untuk $\frac{\Delta x}{x}$ sekitar 10% digunakan 2 angka berarti

sekitar 1% digunakan 3 angka berarti

sekitar 0,1% digunakan 4 angka berarti

Semakin banyak angka berarti menunjukkan prosentasi ketidakpastian yang kecil berarti semakin tepat hasil pengukuran.

F. KETIDAK PASTIAN RELATIF DAN KETELITIAN PENGUKURAN

Ketidakpastian yang ditulis dengan Δx disebut KETIDAKPASTIAN MUTLAK dari besaran x . Besar kecilnya Δx dapat menggambarkan MUTU ALAT UKUR tetapi belum dapat digunakan untuk menilai MUTU HASIL PENGUKURAN. Misalnya sebuah batang A yang panjangnya sekitar 1 m bila diukur dengan penggaris biasa dapat memberikan hasil sbb:

$$l_A = (1,0000 \pm 0,0005) \text{ m}$$

Bila alat yang sama digunakan untuk mengukur batang B yang panjangnya sekitar 10 cm hasilnya sbb:

$$l_B = (1,00 \pm 0,05) \text{ m}$$

Dalam kedua hasil pengukuran ini ketidakpastiannya sama yaitu $\Delta l = 0,05 \text{ cm} = 0,0005 \text{ m}$ tetapi jelas bahwa mutu hasil pengukuran l_A lebih baik dari l_B .

Untuk dapat memberikan informasi langsung mengenai MUTU PENGUKURAN yang disebut juga KETELITIAN PENGUKURAN digunakan KETIDAK PASTIAN RELATIF = $\frac{\Delta x}{x}$

Dapat pula dinyatakan dalam persentase bila dikalikan 100. Ketidakpastian relatif untuk contoh diatas :

$$\frac{\Delta l_A}{l_A} = \frac{5}{100} = 0,55\%$$

$$\frac{\Delta l_B}{l_B} = \frac{5}{10} = 5\%$$

Semakin kecil kpt relatif semakin tinggi ketelitian (mutu) pengukuran.

G. KETIDAKPASTIAN BESARAN YANG TIDAK LANGSUNG DI UKUR

Jika suatu besaran yang akan ditentukan merupakan fungsi dari besaran lain yang di ukur maka besaran itupun mengandung ketidakpastian yang diwariskan dari besaran yang diukur tsb.

Misalkan besaran yang akan ditentukan adalah z yang merupakan fungsi $z = f(x,y,...)$, dalam hal ini variabel fungsi merupakan hasil pengukuran ($x \pm \Delta x, y \pm \Delta y, ...$)

Untuk memperoleh ketidakpastian z yaitu Δz digunakan persamaan umum perambatan ralat :

$$\Delta z = \left\{ \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 (\Delta y)^2 + \dots \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Pada pengukuran berulang, Δx atau Δy merupakan deviasi standar dari hasil pengukurannya.

Dalam kasus khusus $z = f(x, y, \dots)$ dengan variabel x, y, \dots yang tidak gayut, persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$\Delta z = \left| \frac{\partial z}{\partial x} \right| |\Delta x| + \left| \frac{\partial z}{\partial y} \right| |\Delta y| + \dots$$

BUKU ACUAN.

Bevington, Philip R. , (1969), *Data Reduction and Error Analysis for The Physical Sciences*, Mc Graw – Hill, New York.

Soejoto & Euis Sustini; (1993), *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar*, DEP - DIKBUD DIKTI P2TK.

Halliday & Resnick (1986). *Physics* (terjemahan), Erlangga, Jakarta.

Instruction Manual., *Linear Air Track*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual., *Rotating Platform*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual., *Kater's Reversible Pendulum*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual., *Du Nouy's Surface Tension Tester*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual., *Elasticity of Flexure Testing Apparatus*, , Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual, *Apparatus To Demonstate Law Of Gas*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

Instruction Manual., *Redwood's Viscosimeter*, Shimadzu Rika Instruments Co. LTD.

OoOoo

PERCOBAAN 1

GERAK LURUS

Pendahuluan

Sebuah benda dikatakan bergerak relatif terhadap benda lain apabila posisi / kedudukannya terhadap benda kedua berubah dengan waktu. Dengan kata lain jika posisi / kedudukan benda tidak berubah dengan waktu maka benda dikatakan diam, sehingga konsep diam dan bergerak merupakan konsep relatif. Pohon dan rumah dikatakan diam terhadap bumi tetapi bergerak terhadap matahari. Demikian pula Kereta Api yang melaju di stasiun, maka dikatakan Kereta Api bergerak terhadap stasiun, tetapi penumpang di dalam Kereta Api mengatakan stasiun bergerak terhadap Kereta Api. Oleh karena itu untuk mempelajari gerak benda, diperlukan pengamat sebagai kerangka acuan relatif terhadap gerak benda yang dianalisis. Untuk memudahkan dalam mempelajari gerak benda maka dibedakan dua macam gerak yakni gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Pengetahuan tentang gerak benda merupakan salah satu bagian dari Mekanika, dan ilmu Mekanika merupakan salah satu ilmu yang fundamental dalam Fisika. Pengetahuan Mekanika yang kita pelajari saat ini merupakan hasil karya yang luar biasa dari **Sir Issac Newton**.

Prinsip Percobaan

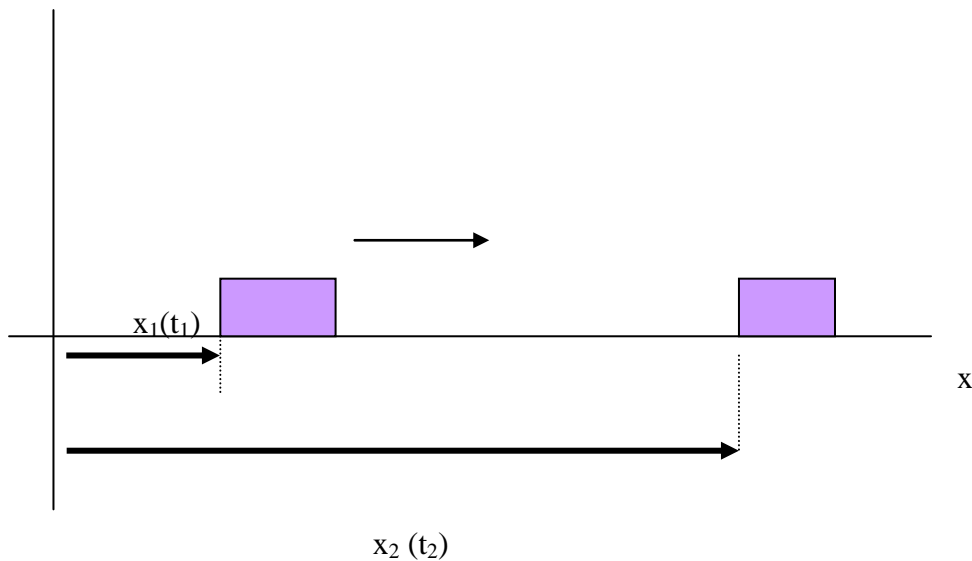
Kinematika dan Dinamika

Pada gerak lurus beraturan, kecepatan benda pada setiap saat selalu tetap besar maupun arahnya, sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan ,

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

dengan Δx sebagai jarak perpindahan yang ditempuh benda dalam selang waktu Δt .

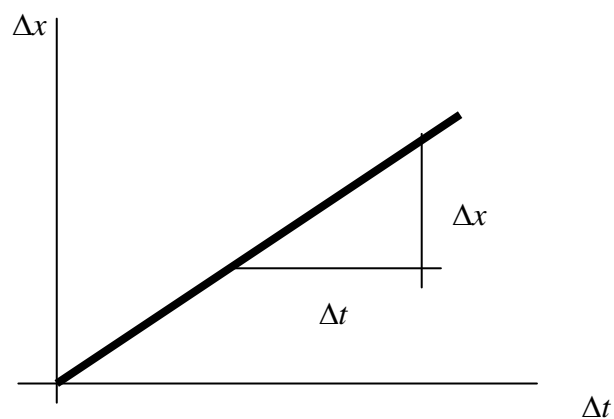
Dalam sistem satuan SI, Δx mempunyai satuan meter [m] dan Δt mempunyai satuan sekon [s], sehingga kecepatan (v) mempunyai satuan [m.s⁻¹]. Sedangkan dalam sistem satuan yang lain besaran kecepatan sering dinyatakan dengan km/jam (km/h) yang biasa terbaca pada speedometer pada berbagai kendaraan bermotor.



gambar 1. Ggerak benda pada sumbu x

Gambar 1 memperlihatkan sebuah benda berpindah dari posisi x_1 ke x_2 dalam selang waktu Δt .

Grafik yang menyatakan hubungan antara Δx dengan Δt dapat digambarkan sebagai berikut,



gambar 2. Hubungan antara Δx dan Δt

$$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Untuk gerak lurus berubah beraturan (glbb) dapat ditunjukkan pada gerak jatuh suatu benda dari ketinggian tertentu. Pada gerak glbb besar kecepatan pada setiap saat selalu berubah, sehingga gerakanya dapat berupa gerak dipercepat atau diperlambat.

Besaran percepatan (a) dapat dinyatakan dengan persamaan,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \tag{2}$$

dengan satuan $[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$.

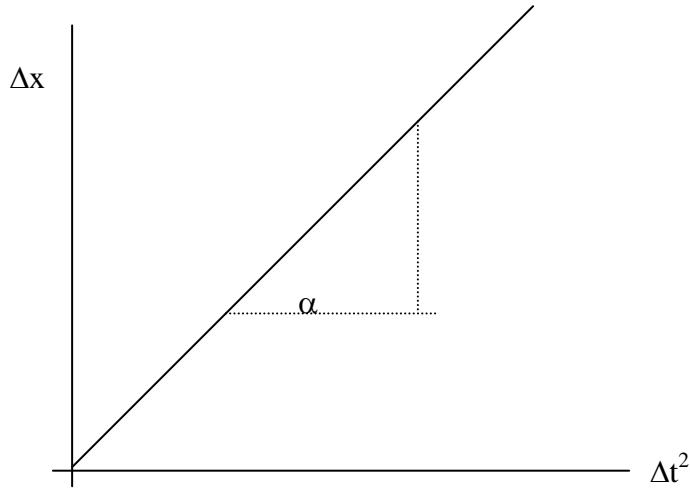
Berdasarkan hasil penjabaran maka untuk benda yang mengalami gerak glbb dapat akan mempunyai persamaan,

$$v_t = v_0 + a \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2 \quad (3)$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Dalam hal ini v_0 sebagai kecepatan awal benda, dan v_t sebagai kecepatan akhir setelah menempuh selang waktu Δt . Besaran percepatan (a) dapat berupa percepatan gravitasi (g)



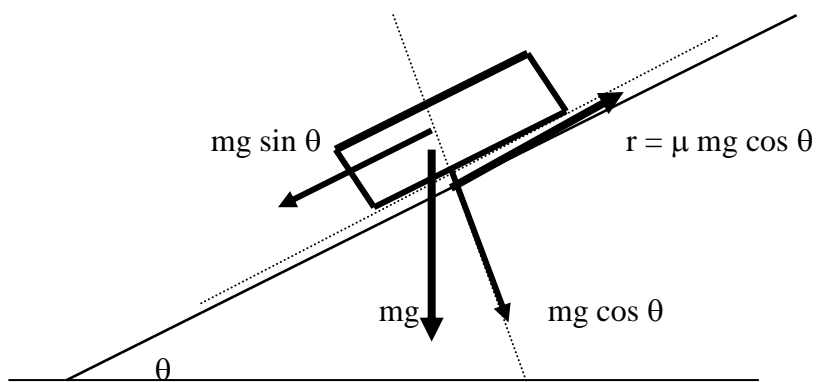
gambar 3 .grafik Δx terhadap Δt^2

yang besarnya $9,8 \text{ [m.s}^{-2}\text{]}$. Untuk kecepatan awal nol maka salah satu persamaan (3) menghasilkan ,

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2 \quad (4)$$

dan bentuk grafiknya seperti pada gambar 2.

Untuk posisi rel yang membentuk sudut θ dengan bidang horisontal , maka komponen gaya yang bekerja pada kereta dapat dilihat pada gambar 3.



gambar 4. gerak benda pada bidang miring

Dengan menggunakan Hukum II Newton, maka diperoleh persamaan

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma \quad \text{atau}$$

$$g \sin \theta - \mu g \cos \theta = a = 2 \cdot \Delta x / \Delta t^2 \quad \text{atau}$$

$$g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 2 \cdot \Delta x / \Delta t^2 \quad (5)$$

Prosedur Eksperimen

Alat yang akan anda gunakan yakni “Linear Air Track” yang dibantu dengan “Electronic Counter”, sebagai pencatat waktu. Bagian utama dari linear air track yakni blower dan rel tiup

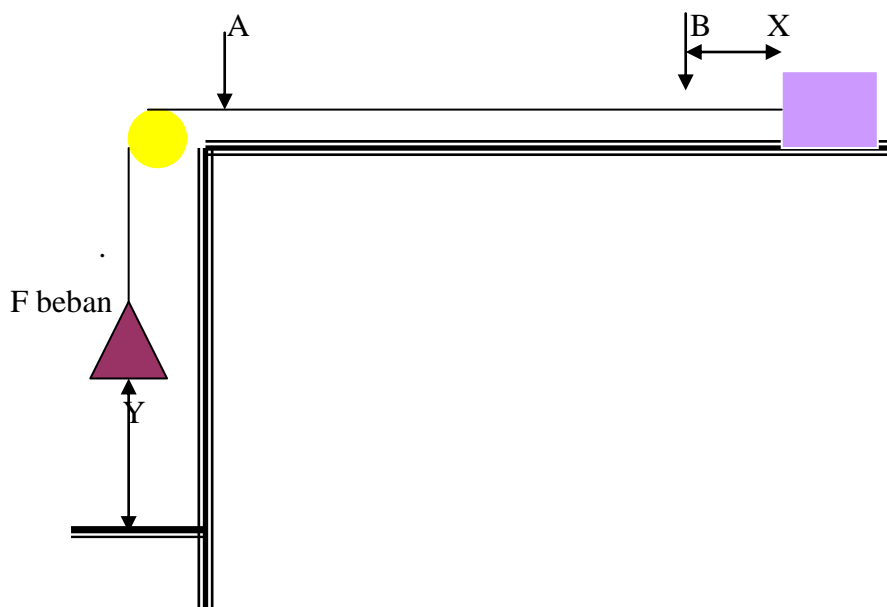
tempat benda / objek bertranlasi. Pada rel tiup telah dipasang mistar untuk menentukan simpangan yang dilakukan oleh benda pada selang waktu Δt .

1. *Persiapan.*

a). Luangkan waktu sekitar 10 – 15 menit untuk lebih mengenal Electronic

Counter dalam menentukan mode/fungsi yang akan dipilih. Dalam hal ini terdapat tiga jenis mode fungsi yakni A, A + B, A + B + C. Untuk menentukan selang waktu Δt yang ditempuh oleh benda pada percobaan ini maka dipilih mode A + B, karena A berarti sinyal input dan B untuk sinyal output

b). Tentukan posisi sensor input (A) dan sensor out put (B) yang akan digunakan untuk mencatat selang waktu yang diperlukan oleh perpindahan benda (Δx)

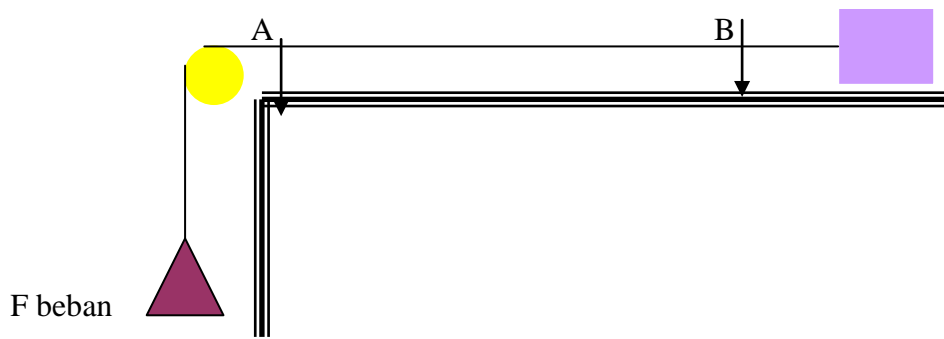


gambar 5. Gerak lurus beraturan

2. *Pengukuran.*

a). Untuk percobaan gerak lurus beraturan susunlah alat seperti pada gambar 5. Dalam hal ini jarak X lebih panjang dari Y, sehingga setelah benda/kereta melewati sensor input A tidak ada lagi gaya beban (F beban) yang menarik benda dan gerak benda dianggap seperti gerak tanpa gaya / gerak meluncur. Pada percobaan ini ukurlah selang waktu Δt . setiap perubahan jarak AB. Dari data tersebut buatlah grafik Δx terhadap Δt . dan hitunglah kemiringannya sebagai besar kecepatan benda/kereta. Lihat persamaan $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

b). Untuk gerak lurus berubah beraturan susunlah alat seperti gambar 6.



gambar 6. Gerak lurus beraturan

Pada percobaan ini gunakan persamaan $\Delta x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$, dengan mengukur selang waktu Δt untuk setiap perubahan jarak AB. dan susunlah grafik Δx terhadap Δt^2 , sehingga dari kemiringan grafiknya dapat ditentukan besar percepatan benda/ kereta.

Tugas

1. Bulatlah grafik hubungan antara perpindahan dengan waktu pada gerak lurus beraturan berdasarkan data pengamatan Anda
2. Tentukanlah kecepatan awal benda pada gerak lurus beraturan pada setiap beban yang Anda pilih.
3. Buatlah grafik hubungan antara perpindahan dengan waktu pada gerak lurus berubah beraturan berdasarkan data pengamatan Anda.
4. Tentukanlah percepatan gerak benda pada gerak lurus beraturan pada setiap beban yang Anda pilih.

PERCOBAAN 2

KONSTANTA GAYA PEGAS

(k)

1. Pendahuluan

Dampak dari adanya gaya yang bekerja pada suatu benda antara lain : terjadinya perubahan gerak benda atau perubahan bentuk benda. Berdasarkan sifat kelenturan / elastisitasnya dikenal dua macam benda, yaitu :

- a. **Benda plastis** : benda yang bila dikenai gaya akan berubah bentuknya akan tetapi perubahan bentuk tersebut tetap walaupun gayanya telah ditiadakan. Contoh benda semacam ini antara lain : tanah liat, plastisin.
- b. **Benda elastis** : benda yang bila dikenai gaya akan berubah bentuknya, tetapi bila gayanya ditiadakan benda tersebut akan kembali seperti semula. Contoh : karet, pegas.

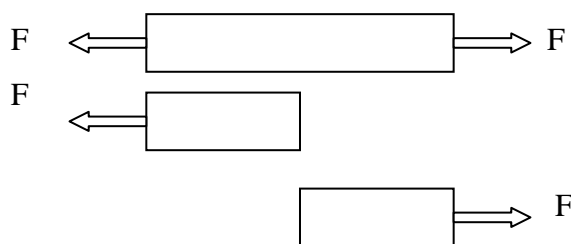
Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai peralatan dengan menggunakan **Pegas**, misalnya : neraca, shockbekker (baik untuk sepeda motor maupun mobil), tempat tidur (spring bed), dan masih banyak lagi. Pada setiap peralatan fungsi / peranan pegas berbeda-beda, akan tetapi hampir semua peralatan terkait dengan sifat elastisitas pegas tersebut. Respon pegas terhadap gaya ditunjukkan dengan adanya perubahan panjang pegas tersebut.

Hubungan antara beban dengan pertambahan panjang pegas dikemukakan oleh Hooke. Dalam eksperimen kali ini Anda akan mengetahui karakteristik respon pegas terhadap gaya dengan cara menentukan konstanta gaya pegas.

2. Teori

2.1. Stress

Suatu batang panjang yang pada kedua ujungnya bekerja gaya yang sama besar F dengan arah yang berlawanan.



Gambar 1. Stress rengangan

Batang dalam keadaan ini mengalami kesetimbangan karena dua gaya yang mempengaruhi batang tersebut, tiap bagian batangnya pun mengalami kesetimbangan pula. Bila diandaikan batang tersebut dipotong, maka gaya ini akan ter-bagi merata pada seluruh luasan /luas penampang.

Perbandingan antara gaya-gaya dan luas penampang disebut **stress** dalam batang. Biasa dikatakan batang dalam keadaan stress regangan.

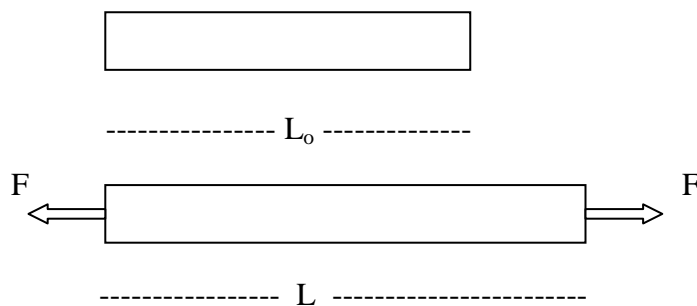
Stress ialah gaya persatuan luas.

$$\text{Stress. Re gangan} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas Penampang}} = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Satuan stress ialah : newton / m² ; dyne / cm² ; lb / ft²

2.2. Strain

Istilah **strain** dikenakan pada perubahan relatif dari bentuk atau ukuran benda yang mengalami stress.



Gambar 2. Strain memanjang

Gambar di atas melukiskan batang yang memanjang karena pengaruh dua buah gaya yang sama besar yang bekerja pada kedua ujung batang. Panjang batang mula mula L_0 , sedang panjang batang setelah mengalami gaya adalah L . Sehingga perubahan panjang batang yang terjadi sebesar : $\Delta L = L - L_0$.

Pertambahan panjang yang terjadi sebenarnya tidak hanya terjadi pada ujung-ujung batang saja melainkan pada setiap unsur pada batang tersebut terjadi pertambahan yang

proporsinya sama dengan yang terjadi pada seluruh batang secara keseluruhan.

Strain regangan (tensile strain) batang didefinisikan sebagai perbandingan antara perubahan panjang dengan panjang mula-mula sebelum gaya bekerja.

$$\text{Stran. Re gangan} = \frac{(L - L_0)}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Modulus Kelentingan

Modulus kelentingan adalah perbandingan antara stress dengan strain yang ditimbulkannya.

Berdasarkan eksperimen, bila batas kelentingan bahan tidak dilampaui akan diperoleh perbandingan (modulus kelentingan) yang konstan dan merupakan sifat khas atau

karakteristik dari suatu bahan. Dapat dikatakan bahwa stress berbanding langsung dengan strain atau stress merupakan fungsi linier dari strain.

Perbandingan ini disebut Modulus Kelentingan linier atau Modulus Young (Y) suatu bahan.

$$Y = \frac{\text{Stresregangan}}{\text{Strainregangan}}$$

$$Y = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)} \quad (3)$$

Satuan dari modulus Young biasa dinyatakan dalam dyne/cm² atau lb/in².

2.3. Konstantan gaya pegas

Modulus kelentingan merupakan besaran yang melukiskan sifat-sifat kelentingan suatu bahan tertentu, tetapi tidak menunjukkan secara langsung pengaruh gaya terhadap perubahan bentuk yang dialami oleh suatu batang, kabel atau pegas (per) yang dibuat dari bahan tertentu.

Dari persamaan (3) akan diperoleh :

$$F = \frac{YA}{L_0} \Delta L \quad (4)$$

(YA)/ L₀ dinyatakan sebagai konstanta tunggal **k** dan renggangan ΔL dinyatakan dengan **x**, maka

$$\mathbf{F = k x} \quad (5)$$

Persamaan (5) ini menyatakan bahwa bertambah panjangnya sebuah benda yang terenggang berbanding lurus dengan besar gaya yang menariknya. Pernyataan ini merupakan **Hukum Hooke**.

Apabila pegas (per) yang berbentuk sulur direnggang, perubahan bentuk kawat pegas tersebut merupakan gabungan antara tarikan, lenturan dan puntiran, tetapi pertambahan panjang pegas secara keseluruhan berbanding lurus dengan gaya yang menariknya. Artinya persamaan (5) tetap berlaku dengan konstanta perbandingan k bukan merupakan fungsi dari modulus kelentingan.

Konstanta k disebut dengan konstanta gaya pegas atau koefisien kekakuan pegas.

Satuan k adalah newton/meter ; dyne/cm ; lb/ft

Hukum Hooke menyatakan besarnya gaya yang mengakibatkan perubahan bentuk (panjang) pegas sebanding dengan perubahan panjang yang terjadi, asalkan batas kelentingannya tidak terlampaui.

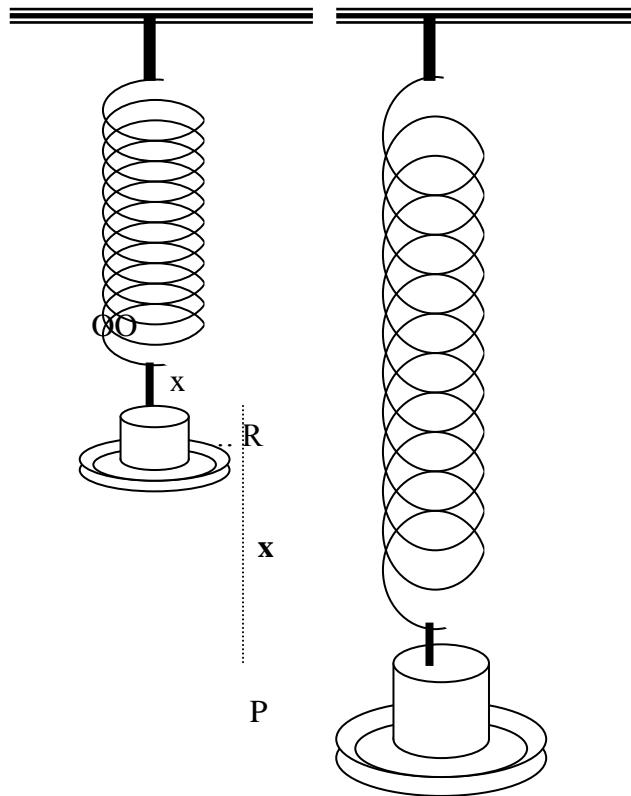
Gaya pemulihan merupakan gaya yang akan mengembalikan pegas (benda) ke bentuk semula, ditentukan oleh :

$$F = - kx$$

(6)

dalam hal ini tanda minus (-) menyatakan bahwa arah gaya dengan arah simpangan (x) berlawanan arah.

$$F = - kx$$



Gambar 3. Pegas

Gambar 3 melukiskan sebuah benda yang digantungkan pada pegas, titik kesetimbangan di R, setelah diberi beban kedua (yang lebih besar) pegas bertambah panjang sejauh RP, atau sejauh x posisi kesetimbangannya. Resultante gaya yang bekerja pada benda tersebut (pada R) hanya gaya lenting pemulihan $F = - kx$.

Bersarkan hukum Newton : $F = mg$, maka :

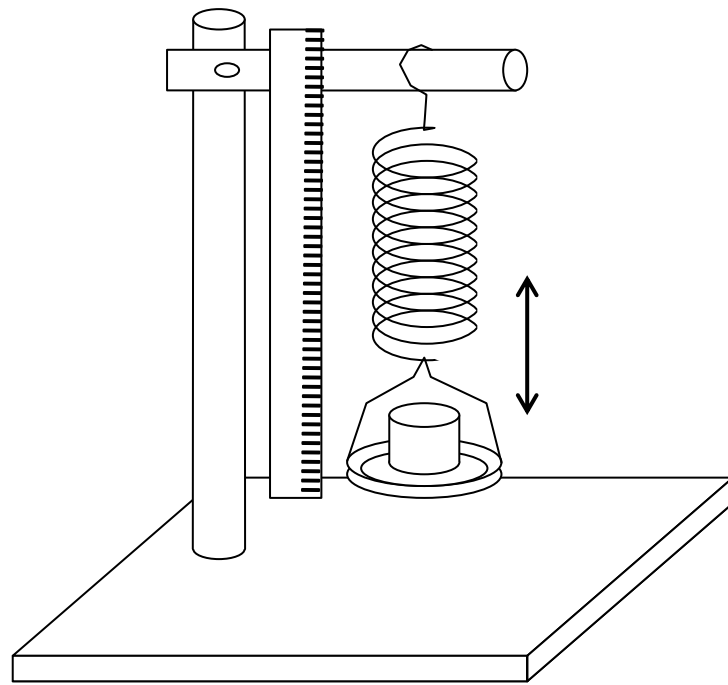
$$- k x = m g \quad \rightarrow \quad k = - (mg/x) \quad (7)$$

dalam hal ini m adalah massa benda.

3. Prosedur Eksperimen

Alat yang akan Anda pergunakan meliputi :

- Pegas
- Penggaris
- Stopwatch
- Beban
- Neraca
- Statip



Gambar 5. Rangkaian alat

3.1. Hukum Hooke

- Susunlah alat seperti gambar
- Buatlah tabel pengamatan dari percobaan yang akan Anda lakukan. (sebagai tabel 1)
- Berilah beban pada pegas secukupnya (sesedikit mungkin) sehingga pegas tegak tetapi usahakan agar pegas belum terenggang dengan beban tersebut.
- Tambahkan pada pegas dengan beban yang sudah Anda ketahui massnya (m)
- Catatlah pertambahan panjang yang terjadi (L)
- Ulangi langkah c dan d untuk beban yang lain sebanyak 10 kali
- Catatlah hasil pengamatan Anda dalam tabel yang telah Anda buat (tabel 1).
- Ulangi langkah-langkah di atas dengan pegas yang lain.

4. Pengolahan Data

Dalam percobaan ini Anda diminta untuk dapat memperoleh nilai / harga konstanta gaya pegas (k) untuk pegas yang Anda gunakan. Dalam pengolahan data perlu Anda ketahui bahwa percepatan gravitasi di Yogyakarta adalah $g = 980 \text{ ms}^{-2}$. Adapun dalam pengolahan data dilakukan dengan cara, sebagai berikut :

Dalam pengolahan data ini nilai konstanta gaya pegas diperoleh berdasar data dalam **tabel 1**. Adapun urutannya sebagai berikut :

(1). *Secara langsung*

Berdasarkan persamaan (6), akan Anda peroleh nilai konstanta gaya pegas :

$$k = (F / x) = (mg / x) \quad (8)$$

Sedang ketidakpastian nilai k diperoleh dengan persamaan :

$$\Delta k = (\delta k / \delta m) (\Delta m) + (\delta k / \delta x) (\Delta x) \quad (9)$$

Adapun Δm dan Δx masing-masing ketidak pastian pengukuran massa beban dan ketidakpastian pengukuran pertambahan panjang pegas

(2). *Secara grafik*

Berdasarkan data dari tabel 1, buatlah grafik hubungan antara x dengan m dalam hal ini m merupakan sumbu mendatar (variabel bebas) dan x merupakan sumbu vertikal (variabel gayut).

Darri persamaan (6), akan diperoleh :

$$x = (g / k) (m) \quad (10)$$

Bila θ adalah sudut kemiringan garis, maka :

$$\text{tg } \theta = (g/k) \quad (11)$$

Sehingga akan Anda peroleh nilai konstanta gaya pegas.

$$k = (g / \text{tg } \theta) \quad (12)$$

5. Tugas

- a. Tabulasikan hasil eksperimen Anda untuk setiap pegas yang Anda pergunakan Pegas ke :..... Konstanta gaya pegas

No.	Metode <i>pengolahan data</i>	Hukum Hooke
1	Secara langsung	
2	Secara grafik	

- b. Bandingkanlah hasil konstanta gaya pegas yang Anda peroleh dengan metode hukum Hooke dengan metode Osilasi Pegas.
- c. Bandingkan hasil dari kedua cara pengolahan data
- d. Sebutkan dan jelaskan berbagai keterbatasan percobaan Anda
- e. Buatlah kesimpulan dari kegiatan Anda
- f. Berilah saran-saran (jika ada) agar percobaan berikutnya lebih baik.

6. Daftar Pustaka

- Alonso M dan Finn EJ. (1990) , *Dasar Dasar Fisika Universitas I (terjm.)*, Erlangga, Jakarta
- Bevington, Philip R. (1969), *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*, McGraw-Hill, New York.
- Halliday & Resnick. (1986), *Fisika I (terjm.)*, Erlangga, Jakarta
- Sears FW. (1986), *Mekanika, Panas dan Bunyi*, Binacipta, Bandung.

PERCOBAAN 3

TEGANGAN PERMUKAAN ZAT CAIR

(γ)

A. Pendahuluan

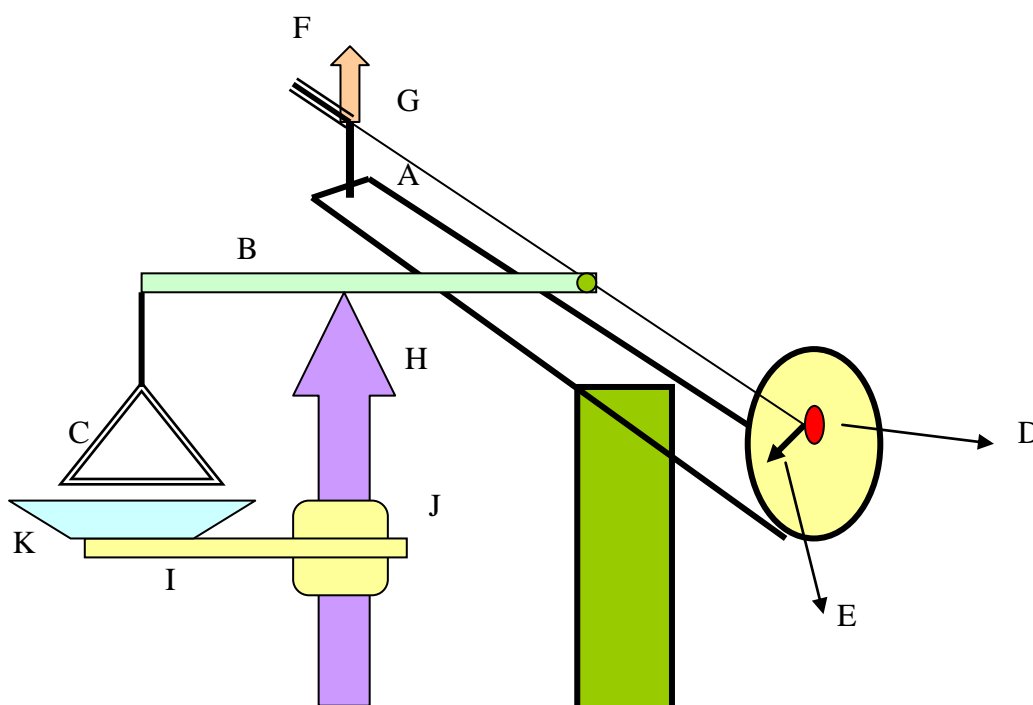
Sebatang jarum jika diletakkan di atas permukaan air akan membuat lekukan kecil pada permukaan air tersebut dan tidak akan tenggelam biarpun kerapatannya lebih besar dari kerapatan air. Demikian pula bila pipa gelas berdiameter kecil (kapiler) dicelupkan ke dalam air, maka air akan naik di dalam pipa. Tetapi bila dicelupkan ke dalam raksa, maka raksa ini akan tertekan ke bawah. Fenomena ini berhubungan dengan adanya *per – mukaan batas* antara suatu zat cair dengan zat lainnya. Dalam percobaan ini diharapkan anda dapat menentukan nilai tegangan permukaan zat cair dengan peralatan Du Nouy's tester.

B. Prinsip.

Pada dasarnya tegangan permukaan di dalam selaput didefinisikan perbandingan gaya permukaan terhadap panjang permukaan (tegak lurus pada gaya) yang dipengaruhi oleh gaya itu, yang dinyatakan dengan persamaan,

$$\gamma = \frac{F}{l} \quad (1)$$

dengan satuan newton/meter. Untuk penentuan nilai tegangan permukaan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, dan salah satunya dengan pendekatan Du Nouy's. Peralatan yang digunakan pada pendekatan ini dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Peralatan Du Nouy's

Dalam hal ini A sebagai kawat puntir, sekrup F untuk mengatur kedudukan G agar batang B pada posisi yang diinginkan. Sekrup D pada dialmeter untuk mengatur kalibrasi indikator E yang berkaitan dengan pengaturan posisi batang B. Baut J untuk mengatur agar air di dalam cawan K menyentuh cincin kawat C.

Besar gaya tegangang permukaan dapat ditentukan dengan persamaan,

$$F = g.m. \frac{\theta_1}{\theta_2} \quad (2)$$

dan besar tegangan permukaan zat cair (γ) dinyatakan dengan persamaan,

$$\gamma = \frac{F}{\pi(d_1 + d_2)} \quad (3)$$

dalam hal ini d_1 dan d_2 sebagai diameter dalam dan luar cincin kawat.

B. Prosedur Eksperimen

Sebelum anda melakukan percobaan bersihkan dahulu cincin kawat dari kotoran, minyak, debu atau karatan dan usahakan selalu kering. Pada awal eksperimen aturlah indikator (E) pada posisi 0^0 dengan mengatur sekrup (D). Selanjutnya buka sekrup (F) dan aturlah pemutar (G) sampai batang (B) merapat/akan menyentuh pada penahan (H) serta kuatkan sekrup (F) agar kawat dan batang (B) tetap pada tempatnya.

Gantungkan cincin kawat (C) pada ujung batang (B) dan aturlah sekrup (D) sampai batang (B) kembali ke posisi semula, catat kedudukan jarum indikator (E) sebagai θ_1 . Selanjutnya masukan aqua/air pada cawan/gelas lebih kurang 2/3 nya. dan letakan pa-da penyangga (I)., kendorkan kunci (J) dan aturlah penyangga (I) sampai permukaan air dalam cawan/gelas menyentuh cincin kawat (C)., dan stel kunci (J) agar posisi permukaan air yang menyentuh cincin tidak berubah.

Aturlah sekrup (D) pelan – pelan agar cincin terangkat dan **hampir lepas dari permukaan air**. Pada saat ini catatlah kedudukan jarum indikator (E) sebagai θ_2 , terhadap posisi θ_1 . Catat pula massa cincin kawat (m) dan diameter dalam dan luarnya (d_1 dan d_2). Data yang telah anda peroleh diaplikasikan pada persamaan (3) sehingga akan diperoleh nilai tegangan permukaan zat cairnya.

Ulangi langkah tersebut untuk bahan (zat cair lain) lain seperti alkohol. NaCl dll., atau suhu yang lain.

Tugas.

1. Turunkan persamaan (3) tersebut diatas.
2. Tentukan tegangan permukaan dari zat cair yang Anda gunakan beserta ketidakpastiannya
3. Sebutkan faktor – faktor yang mempengaruhi besat tegangan permukaan.

PERCOBAAN 4

KEKENTALAN JENIS ZAT CAIR

A. Pendahuluan

Benda yang bergerak dalam zat cair/fluida akan mengalami gaya gesekan yang disebabkan oleh sifat kekentalannya. Menurut Stokes, gaya gesekan yang dialami oleh sebuah benda berbentuk bola yang bergerak dalam zat cair/fluida dinyatakan dengan persamaan,

$$F_s = - 6 \pi \eta r v$$

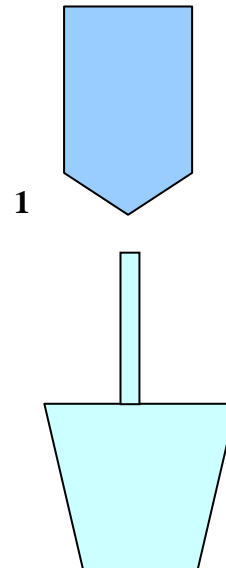
yang arahnya berlawanan dengan gerak bendanya. Besaran η dinamakan sebagai koefisien kekentalan zat cair/fluida dengan satuan $[N.m^{-2}.s]$ yang besarnya dipengaruhi banyak faktor. Dalam percobaan ini diharapkan anda dapat mengukur nilai kekentalan dari suatu zat cair yakni minyak jarak.

B. Prinsip

Kekentalan zat cair dapat ditentukan menggunakan viscosimeter Redwood. Dengan instrumen ini dapat dilakukan pengukuran waktu alir yang diperlukan oleh 50 ml sampel pada suhu konstan. Waktu hasil pengukuran tersebut dikenal dengan Redwood's sec atau viscositas konvensional. Jangkauan ukur instrumen ini bervariasi antara 30 s sampai dengan 2000 s.

Bagian-bagian viscosimeter Redwood meliputi:

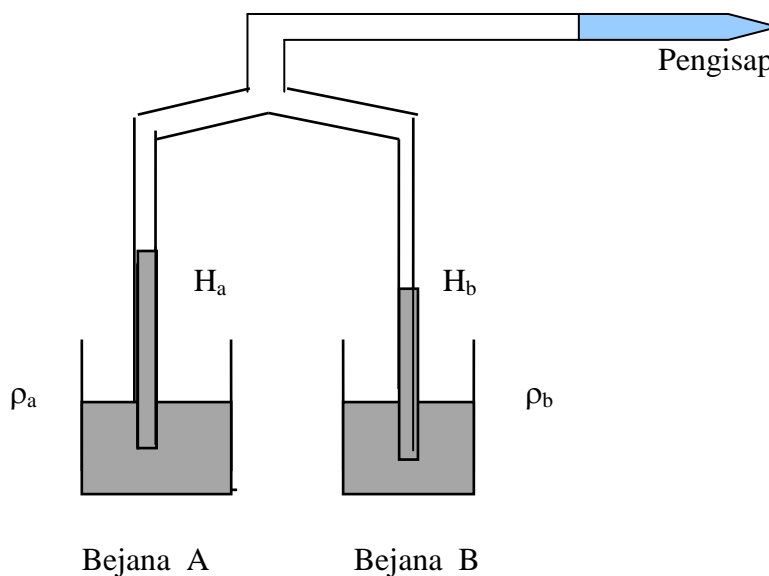
1. Tabung minyak
2. Penutup tabung minyak
3. Katub berbentuk bola
4. Thermometer
5. Tabung indek tempat dudukan thermometer
6. Pemegang thermometer (holder)
7. Tabung alir
8. Jarum
9. Tangki
10. Pipa pemanas
11. Kran penutup
12. Pengaduk
13. Pegangan pengaduk
14. Penerima
15. Level
16. Pemanas
17. Kabel
18. Pengatur tegangan



Gambar 1. viscosimeter Redwood

Massa jenis zat merupakan perbandingan antara massa zat dengan volume zat. Untuk zat cair massa jenis zat dapat ditentukan dengan cara membandingkan dua zat cair yang mempunyai tekanan hidrostatik sama, dengan asumsi bahwa zat cair pertama sudah diketahui massa jenisnya dan zat cair kedua akan ditentukan massa jenisnya. Bagian-bagian alat ukur massa jenis zat cair pada eksperimen ini meliputi:

1. Pipa Y (pipa Hare),
2. Bejana gelas,
3. Selang Penghisap,
4. Penggaris
5. Pompa penghisap



Gambar 2. alat ukur massa jenis zat cair

C. Prosedur

Persiapan:

1. Susunlah micro-chronometer sedemikian hingga dapat digunakan untuk pengukuran waktu di atas 0,2 s.
2. Aturlah level instrumen dengan menggunakan level N.
3. Lakukan percobaan viscositas ini dengan memilih dua buah temperatur mulai dari 15 C, 30 C, 50 C, 80 C, 100 C, dan 150 C bergantung pada nilai viscositas sampel. Selain bergantung pada temperatur, nilai viscositas juga bergantung pada jenis sampel seperti air, minyak, atau pelumas.
4. Aturlah jarak antara tempat pelepasan dan alas tabung penerima sekitar 180 mm.

Langkah Pengukuran:

1. Tuangkan sampel ke dalam bejana kurang lebih 50 ml, dan naikan temperaturnya sambil dilakukan pengadukan. Jika dilakukan dengan pemanas bunsen maka masih dikhawatirkan akan membakar tabung pemanas, dan jika digunakan pelumas dikhawatirkan sampel tersebut akan terbakar. Dengan demikian akan lebih baik jika digunakan pemanaslistri dengan menggunakan pengatur tegangan.
2. Jika temperatur sampel telah mencapai suhu yang diinginkan, tuangkan kelebihan jumlah sampel dengan membuka katub bola dan aturlah sampai volumenya sampai di bawah tanda yang ada. Pada langkah ini jangan anda hapus tetes-tetes sampel yang melekat pada bagian dasar pipa alir,

bukalah katub bola dan secara serentak operasikan micro-chronometer. Selanjutnya cacahlah waktu yang diperlukan 50 ml sampel untuk mengalir ke bawah.

3. Lakukan eksperimen lebih dari dua kali dan ambillah hasil reratanya yang variasinya lebih kecil dari 1% dan nilai ini adalah viskositas (Redwood's sec.) sampel pada suhu itu.

Catatan

1. Berhati-hatilah selama percobaan sehingga tidak terbentuk gelembung pada bagian leher penerima selama terjadi aliran sampel.
2. Untuk setiap kali percobaan bersihkan bejana minyak dengan minyak volatile dan keringkan sedapat mungkin.
3. Bersihkan tetes-tetes minyak pada lubang aliran sampel sehingga tidak menyebabkan terjadinya gelembung dsb. mungkin akan bercampur selama terjadi aliran.

Konversi Viskositas

Nilai viskositas sampel dapat dihitung dengan mengkonversi nilai Redwood's sec. Dengan menggunakan JIS K2283. Terdapat perbedaan perhitungan teoritis antara Redwood's sec., Saybolt sec., viskositas Engler, dan viskositas absolut. Namun demikian hasil percobaan ini dapat ditentukan dengan persamaan konversi dan tabel konversi.

Pengukuran Massa Jenis Zat Cair

1. Isaplah pipa penghisap sehingga kedua zat cair naik permukaannya pada pipa A dan pipa B setinggi h_1 dan h_2 , dan selanjutnya ukurlah tinggi kedua permukaan zat cair tersebut dengan mistar dan catatlah hasil pengukuran anda (gambar 2).
2. Gantilah zat cair kedua dengan zat cair lain, dan selanjutnya lakukan kembali langkah 1.

Perbedaan tinggi zat cair dalam pipa A dan B disebabkan oleh perbedaan kerapatan zat cair yang digunakan. Pada dasar pipa A dan B tekanan hidrostatiknya sama:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \\ \Leftrightarrow P_o + \rho_A g h_A &= P_o + \rho_B g h_B \\ \Leftrightarrow \rho_B &= \left(\frac{h_A}{h_B} \right) \rho_A \end{aligned}$$

dengan ρ_A adalah massa jenis air = 1 gr/cc.

Tugas

1. Tentukan viskositas absolut zat cair beserta ketidakpastiannya !
2. Apakah pengaruh temperatur terhadap viskositas zat ?
3. Tentukan massa jenis zat cair beserta ketidakpastiannya ?
4. Apakah pengaruh massa jenis zat cair terhadap tekanan hidrostatik ?

Tabel Konversi Silang

Tabel ini dapat digunakan untuk konversi bersama antara Redwood's sec., Saybolt sec. Namun demikian sistem konversi tersebut masih dalam estimasi kasar.

Tabel Konversi Silang

Redwood's sec.	Saybolt sec.	Konstanta Viskositas Engler	Redwood's sec.	Saybolt sec.	Konstanta Viskositas Engler
30	1,12	0,0377	75	1,17	0,0353
32	1,13	0,0375	80	1,17	0,0352
34	1,14	0,0372	85	1,17	0,0351
36	1,14	0,0370	90	1,17	0,0350
38	1,14	0,0369	95	1,17	0,0350
40	1,14	0,0368	100	1,17	0,0349
42	1,15	0,0366	110	1,18	0,0348
44	1,15	0,0365	120	1,18	0,0347
46	1,15	0,0363	130	1,18	0,0347
48	1,15	0,0362	140	1,18	0,0347
50	1,16	0,0361	150	1,18	0,0347
55	1,16	0,0359	160	1,18	0,0347
60	1,16	0,0357	180	1,18	0,0347
65	1,16	0,0355	200	1,18	0,0347
			225	1,18	0,0346
70	1,17	0,0354	250	1,18	0,0345

Contoh perhitungan:

Redwood's sec. 90 menjadi:

$$90 \times 1,17 = 105,3 \text{ Saybolt sec.}$$

$$90 \times 0,0350 = 3,15 \text{ Viskositas Engler}$$

Viscositas Redwood dan Viskositas Absolut

Persamaan berikut diberikan oleh N.P.L. (*National Physical Laboratory*) Inggris yang mengungkapkan hubungan antara viscositas Redwood dengan viscositas absolut:

$$\eta = \left(0,00260T - \frac{1,175}{T} \right) d$$

dengan η menyatakan viscositas absolut, T adalah Redwood sec, dan d berat jenis sampel.

PERCOBAAN 5

KOEFSIEN MUAI PANJANG

A. Pendahuluan

Pemasangan kabel telepon dan kabel listrik untuk jaringan jarak jauh, pemasangan rel kereta api, pembuatan pengatur suhu penetas telur, pembuatan saklar setrika listrik otomatis, memerlukan pengetahuan khusus tentang pengaruh kalor terhadap derajat pemuaian benda. Hal ini dapat dipahami karena ada suatu hubungan tertentu antara ukuran (panjang, luas, atau volume) dengan suhu benda, suatu besaran yang dipengaruhi oleh jumlah kalor yang diberikan kepada benda. Sebagian besar benda ukurannya bertambah apabila suhunya dinaikkan, dan besarnya pertambahan ukuran untuk kenaikan suhu tertentu berkaitan erat dengan jenis bendanya. Untuk benda satu dimensi (memanjang), pertambahan panjang benda, dengan panjang awal dan kenaikan suhu tertentu, dipengaruhi oleh suatu harga atau nilai spesifik dari benda yang disebut dengan *koefisien muai panjang*. Apabila sejumlah kalor yang sama diberikan pada beberapa benda yang berbeda, maka makin besar nilai koefisien muai panjang benda makin besar pertambahan panjangnya. Percobaan ini menekankan pemahaman tentang pengaruh suhu terhadap pertambahan panjang benda, selanjutnya dari data-data yang diperoleh dapat dibuat grafik serta analisa statistiknya untuk mengetahui *koefisien muai panjang*-nya.

Setelah melakukan percobaan ini, anda diharapkan dapat :

1. Menjelaskan pengaruh pemberian kalor pada suatu zat
2. Menjelaskan pengertian koefisien muai panjang zat
3. Merumuskan koefisien muai panjang suatu batang logam
4. Menghitung nilai koefisien muai panjang suatu batang logam

B. Prinsip

Koefisien Muai Panjang

Pada umumnya suatu benda akan mengalami perubahan ukuran bila suhunya naik. Jika benda tersebut berujud batang maka perubahan panjanglah yang akan tampak pada benda tersebut, karena perubahan luas penampang sangat kecil, sehingga dapat diabaikan. Bila panjang pada suhu t_0 (suhu mula-mula) adalah L_0 dan panjang setelah dipanasi sehingga suhunya t adalah L_t maka L_t dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_t = L_0 (1 + \alpha(t - t_0)) \quad (1)$$

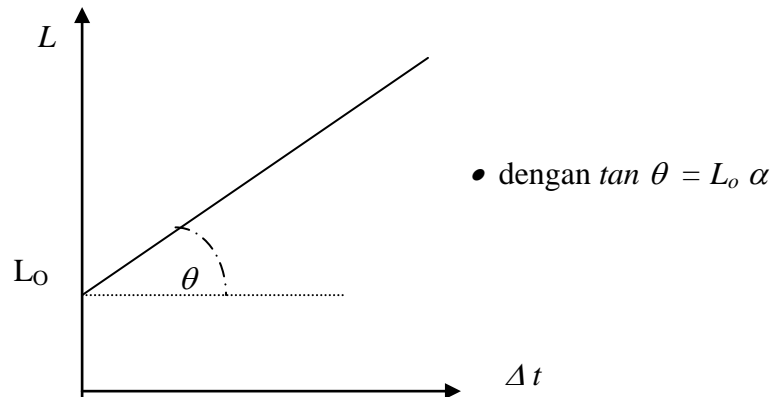
Pertambahan panjang batang akibat perubahan suhu sebesar Δt dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta t \quad (2)$$

Sedangkan koefisien muai panjang dinyatakan dengan persamaan :

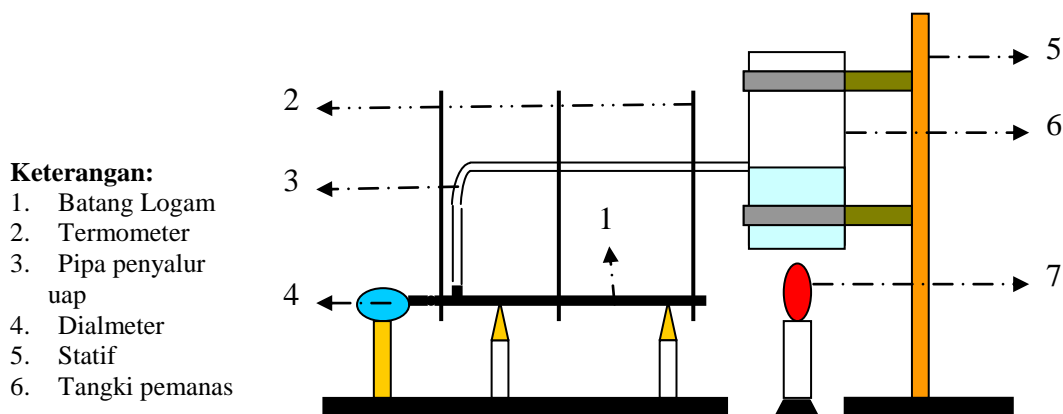
$$\alpha = \frac{(L_t - L_o)}{L_o(t - t_o)} \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (2) hubungan antara pertambahan panjang batang dengan perubahan suhu bersifat linear dan dapat digambarkan dengan grafik seperti berikut:



Gambar 1. Grafik perubahan suhu dengan panjang batang

SUSUNAN ALAT PERCOBAAN



Gambar 2. Susunan alat percobaan

METODE PENGUKURAN

Beberapa variabel yang perlu diukur dalam eksperimen ini adalah:

- Panjang batang logam mula-mula L_o , diukur dengan mistar
- Suhu batang logam mula-mula t_o , diukur dengan termometer pada saat pemanasan belum dimulai
- Suhu batang logam t , diukur dengan termometer pada saat pemanasan berlangsung
- Pertambahan panjang batang ΔL , diukur saat suhu t dengan dialmeter

Koefisien muai panjang α dihitung dengan :

- Rumus pada persamaan (2)
- Metode grafik

C. PROSEDUR PERCOBAAN

Persiapan

- 1). Perhatikan kelengkapan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan, apakah sudah lengkap atau belum, jika masih ada kekurangan hubungi asisten/dosen
- 2). Susunlah alat-alat percobaan seperti pada gambar 2
- 3). Perhatikan dan pahami skala terkecil pada mistar, termometer dan dialmeter

Langkah Percobaan

- 1). Buatlah tabel pengamatan Anda dalam percobaan ini
- 2). Ukur panjang logam kuningan mula-mula dengan mistar
- 3). Atur posisi dialmeter sehingga menunjuk skala nol
- 4). Nyalakan pembakar atau pemanas dan panasi air yang ada dalam tangki
- 5). Alirkan uap air dari tangki pemanas melalui selang ke batang kuningan berongga
- 6). Catatlah suhu batang dan penunjukkan dialmeter (pada saat air sudah mendidih dan suhu pada kedua ujung batang menunjukkan suhu yang sama).
- 7). Alat pemanas dimatikan, biarkan logam tersebut menjadi dingin dan catat perubahan suhu dan panjangnya.
- 8). Ulangi langkah 1) sampai dengan 7) untuk jenis batang logam yang lain

Catat hasil pengamatan ke dalam tabel yang telah Anda siapkan9). Buatlah grafik hubungan antara perubahan panjang ΔL dengan perubahan suhu batang Δt dari data yang anda peroleh seperti gambar 1. Petunjuk : Δt sebagai absis dan ΔL sebagai ordinat.

D. PENGOLAHAN DATA

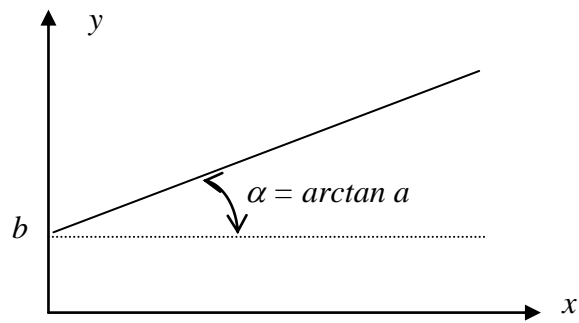
Grafik yang telah anda buat berupa garis lurus yang sesuai dengan persamaan :

$$y = ax \quad (4)$$

Variabel y dan x bersesuaian dengan ΔL dan Δt , sedangkan a merupakan kemiringan grafik. Dengan memperhatikan ralat yang muncul dalam percobaan, maka persamaan garisnya disesuaikan dengan persamaan garis regresi linear yang mempunyai bentuk seperti berikut:

$$y = ax + b \quad (5)$$

dengan a dan b masing-masing disebut koefisien kemiringan dan koefisien perpotongan. Grafik dari persamaan (5) untuk n pasangan data (x_I, y_I) ditampilkan pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Grafik persamaan garis regresi linear $y = ax + b$

Ketentuan :

- Pada percobaan ini titik data (x_i, y_i) bersesuaian dengan data $(\Delta t_i, \Delta L)$

TUGAS

1. Apa pengaruh pemberian kalor pada suatu zat ? Jelaskan !
2. Apa yang dimaksud dengan koefisien muai panjang zat ? Jelaskan !
3. Tentukan koefisien muai panjang suatu zat berdasarkan data pengamatan anda (secara numeris dan grafis).

DAFTAR ACUAN

- Halliday, D. dan Resnick, R. 1998. *FISIKA Jilid 1 (Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto)*. Jakarta : Erlangga.
- Yuli Astono, dkk. 1999. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I*. Yogyakarta : Jurusan Fisika FMIPA UNY.

PERCOBAAN 6
PANAS JENIS ZAT PADAT
(c)

A. Pendahuluan

Bila dua benda atau lebih yang mempunyai suhu berbeda dan kemudian digabungkan, maka akan terjadi perpindahan panas / kalor dari benda bersuhu tinggi kepada benda bersuhu rendah. Menurut Black, jumlah panas/kalor yang diberikan oleh benda bersuhu tinggi sama dengan jumlah kalor /panas yang diterima oleh benda bersuhu rendah. Alat yang diperlukan dalam pemindahan kalor ini digunakan kalorimeter, oleh karena itu setelah anda melakukan percobaan diharapkan,

1. mengetahui prinsip kerja kalorimeter dan
2. menentukan panas jenis (c) beberapa zat padat.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------|-----------------------------------------|
| a. Kalorimeter, | f. Zat Padat (besi, aluminium, tembaga) |
| b. Termometer | g. Pengaduk |
| c. gelas kimia | h. neraca elektronik |
| d. timer | i. kaki tiga |
| e. bunsen | j. air. |

C. Prinsip Percobaan

Pada kalorimeter yang terisolasi secara baik maka akan berlaku *asas Black*, yakni jumlah panas yang diberikan oleh logam sama dengan jumlah panas yang diterima oleh sistem kalorimeter. Sistem kalorimeter yang dimaksud pada percobaan ini adalah: kalorimeter, pengaduk, air, dan termometer.

Jika suhu logam mula-mula adalah T_a dan suhu kesetimbangan antara logam dengan sistem kalorimeter adalah T , maka panas yang dibebaskan logam adalah:

$$Q_1 = mc(T_a - T) \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan m menyatakan massa logam dan c adalah kapasitas panas jenis logam.

Jumlah panas yang diterima oleh sistem kalorimeter adalah:

$$Q_2 = m_k c_k + m_p c_p + m_a c_a (T - T_i) \dots\dots\dots (3.2)$$

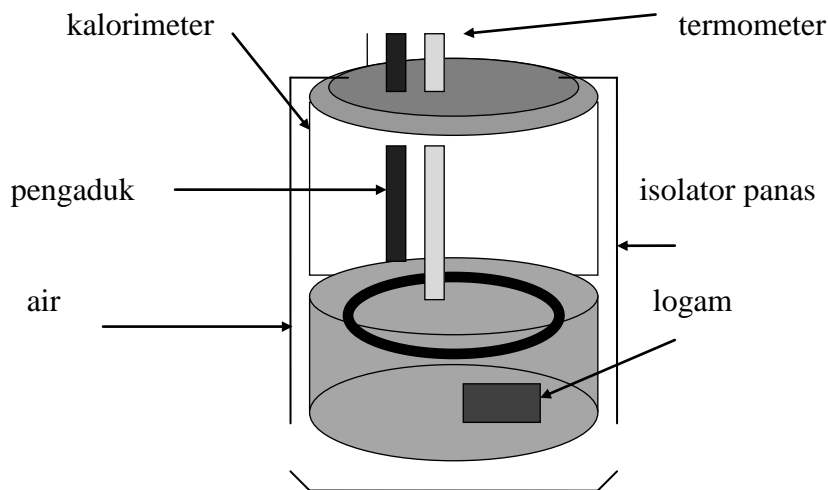
dengan m_k , m_p , dan m_a secara berturut-turut adalah massa kalorimeter, massa pengaduk, dan massa air. Besaran c_k , c_p , dan c_a secara berturut-turut adalah panas jenis kalorimeter, panas jenis pengaduk, dan kapasitas panas jenis air. T_i menyatakan suhu awal sistem kalorimeter.

Bertolak dari persamaan (3.1) dan (3.2) dengan asas Black dapat ditentukan panas jenis (c) logam sebagai berikut:

$$c = \frac{(m_k c_k + m_p c_p + m_a c_a)(T - T_i)}{m(T_a - T)} \dots\dots\dots (3.3)$$

C. Prosedur Percobaan

1. Timbanglah massa kalorimeter dengan neraca elektronik m_k
2. Tibanglah massa pengaduk m_p
3. Timbanglah massa besi m
4. Isilah kalorimeter dengan air kira-kira 2/3 bagian volumenya, timbanglah kalorimeter beserta air. Dari langkah 1 dan langkah 4 ini dapat ditentukan massa air m_a
5. Ukurlah dengan termometer suhu awal air pada kalorimeter T_i
6. Ambil gelas kimia dan isi dengan air 1/3 bagian. Selanjutnya masukkan besi ke dalam gelas dan panaskan dengan bunsen sampai mendidih.
7. Ukurlah suhu besi mula-mula dengan memasukkan termometer ke dalam gelas sebagai T_o
8. Dengan menggunakan penjepit ambillah besi panas dari gelas kimia dan segera masukkan kedalam kalorimeter.
9. Tutuplah kalorimeter dengan rapat-rapat dan aduklah air dalam kalorimeter secara kontinu.
10. Catatlah suhu air dalam kalorimeter setiap 2 menit sampai tercapai suhu keseimbangan antara besi dengan sistem kalorimeter T .
11. Dengan cara yang sama lakukan langkah 1 s/d 10 untuk logam aluminium dan tembaga.



Gambar 3.1. Bagian-bagian Kalorimeter

D. Tugas

1. Tentukan rumus perambatan ralat untuk persamaan (3.3) !
2. Tentukan panas jenis logam besi, aluminium, dan tembaga beserta ralatnya !

ooOoo