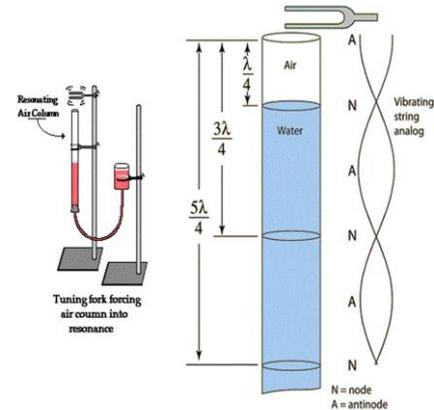
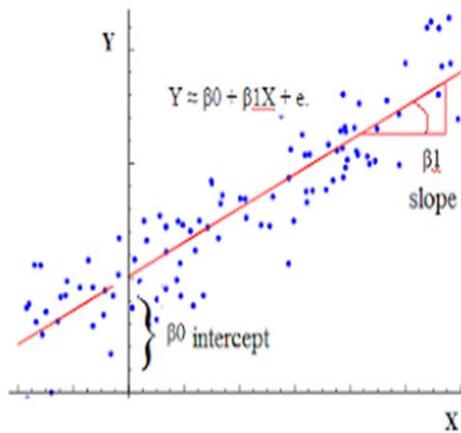
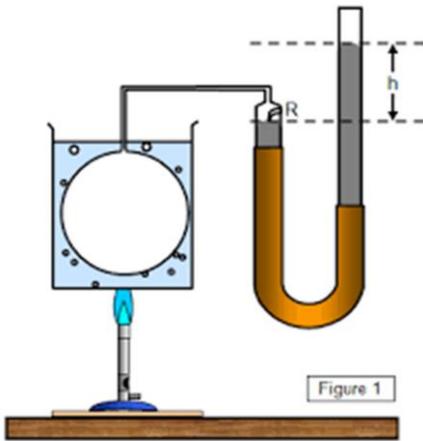


PRAKTIKUM FISIKA DASAR I UNTUK JURUSAN PENDIDIKAN IPA



Oleh
Tim Fisika Dasar
Jurusan Pendidikan IPA

JURUSAN PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I. Praktikum Fisika Dasar I pada dasarnya memuat beberapa eksperimen mendasar pada topik mekanika, kalor, dan bunyi. Petunjuk praktikum ini diharapkan dapat dimanfaatkan bagi mahasiswa Jurusan Pendidikan IPA semester I, sebagai petunjuk langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melaksanakan Praktikum Fisika Dasar I.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak atas terwujudnya petunjuk Praktikum Fisika Dasar I, kepada

1. Bapak Dekan FMIPA yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyusun petunjuk praktikum ini.
2. Teman-teman sejawad yang telah membantu dalam penulisan petunjuk praktikum ini.
3. 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 di masa mendatang. Semoga petunjuk praktikum ini bermanfaat dan memudahkan dalam melaksanakan Praktikum Fisika Dasar I. Aamiin

Yogyakarta, Agustus 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	
HALAMAN COVER	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
PENGANTAR METODE PENGUKURAN IPA	1
PRAKTIKUM (1) GERAK LURUS	11
PRAKTIKUM (2) KONSTANTA GAYA PEGAS	14
PRAKTIKUM (3) MASSA JENIS ZAT	19
PRAKTIKUM (4) HUKUM BOYLE	22
PRAKTIKUM (5) THERMOMETER GAS	24
PRAKTIKUM (6) KESETARAAN KALOR LISTRIK	26
PRAKTIKUM (7) GELOMBANG TALI (DA MELDE)	29
PRAKTIKUM (8) RESONANSI PADA KOLOM UDARA	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34

PENGANTAR METODE PENGUKURAN IPA

A. Pendahuluan

Telah diketahui bahwa hasil pengamatan atau pengukuran besaran-besaran fisis harus dinyatakan dengan bilangan. Misalnya mengukur panjang, dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam alat ukur panjang. Jika menggunakan penggaris biasa yang mempunyai skala terkecil sampai 1 mm, jangka sorong yang dapat mengukur sampai ketelitian 0,05 mm atau 0,02 mm, atau mikrometer sekrup yang mempunyai ketelitian sampai 0,01 mm. Namun demikian dalam pengukuran selalu diikuti dengan ketidakpastian. Misalkan, hasil pengukuran panjang sebesar 12,52 cm, angka 2 di belakang adalah angka taksiran bukan angka pengukuran yang pasti. Alat apapun yang digunakan 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 ukur, tetapi banyak sumber lainnya yang menyebabkan timbulnya ketidakpastian.

B. Sumber Ketidakpastian

Sumber ketidakpastian dapat digolongkan menjadi

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

C. Cara Menyatakan Ketidakpastian pada Pengukuran

Pada pengukuran tunggal (yang dilakukan hanya satu kali), ketidakpastian pada hasil ditentukan oleh kemampuan pelaku pengukuran dengan mempertimbangkan skala ukur yang digunakan dan kondisi sistem fisis yang dikaji, tetapi pada umumnya besarnya sama dengan $\frac{1}{2}$ skala terkecil. **Hasil pengukuran** yang dilengkapi dengan ketidakpastian atau ralat, ditulis sebagai

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

D. Ketidakpastian pada Pengukuran Berulang

Nilai yang sebenarnya baru diperoleh jika pengukuran dilakukan secara berulang atau dilakukan beberapa kali. Dalam pengukuran yang terbatas jumlahnya yang merupakan sampel dari populasi besaran tersebut, nilai terbaik yang dapat diperoleh dari sampel sebagai suatu yang mendekati nilai sebenarnya yang rata-ratanya dapat ditulis

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Besar ketidakpastian atau dinamakan **ralat mutlak** yang dilakukan pengukuran berulang (n kali pengukuran), dirumuskan

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

E. Angka Berarti

Dalam penulisan hasil pengukuran x yang disertai ralat Δx , mungkin saja angka kedua telah mengandung ketidakpastian. Penulisan angka ketiga dan seterusnya tentunya sudah tidak berarti lagi. Dalam penulisan hasil pengukuran dituliskan dalam 2 angka berarti. Hasil tersebut dapat pula dituliskan dalam bentuk atau satuan lain, seperti

$$\bar{x} = (0,33 \pm 0,03) \text{ cm},$$

$$\bar{x} = (0,033 \pm 0,003) \text{ dm},$$

$$\bar{x} = (0,0033 \pm 0,0003) \text{ m}.$$

Dalam laporan ilmiah diutamakan menggunakan satu angka di depan koma

$$\bar{x} = (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-1} \text{ cm},$$

$$\bar{x} = (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-2} \text{ dm},$$

$$\bar{x} = (3,3 \pm 0,3) \times 10^{-3} \text{ m}.$$

Jumlah angka berarti yang digunakan dapat pula dilihat dari **ketidakpastian relatif** yang akan dibicarakan di bawah ini.

Aturan praktis yang digunakan adalah

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

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. Ketidakpastian Relatif dan Ketelitian Pengukuran

Ketidakpastian yang ditulis Δx disebut ***ketidakpastian mutlak*** dari besaran x . Besar kecilnya Δx dapat menggambarkan ***mutu alat ukur***, tetapi belum dapat digunakan untuk menilai ***mutu hasil pengukuran***.

Misal, sebuah batang diukur panjangnya sekitar 1 m, bila diukur dengan penggaris biasa dapat memberikan hasil

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

Bila alat yang sama digunakan untuk mengukur batang B yang panjangnya sekitar 10 cm, hasilnya ditulis

$$L_B = (10,00 \pm 0,05) \text{ cm}$$

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 ketelitian pengukuran digunakan ***ketidakpastian relatif***.

$$\text{Ketidakpastian relatif} = \frac{\Delta x}{x}$$

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

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

Semakin kecil ketidakpastian relatif, akan semakin tinggi ketelitian pengukuran.

G. Ketidakpastian Besaran yang Tidak Langsung Diukur

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

Misalkan, besaran yang akan ditentukan adalah z yang merupakan fungsi $z = f(x, y, \dots)$. 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

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

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

Contoh : Ralat dari persamaan $z = \frac{ab^2 + 2}{c}$

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial a} \right)^2 (\Delta a)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial b} \right)^2 (\Delta b)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial c} \right)^2 (\Delta c)^2}$$

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{b^2}{c} \right)^2 (\Delta a)^2 + \left(\frac{2ab}{c} \right)^2 (\Delta b)^2 + \left(-\frac{2ab^2 + 2}{2c^2} \right)^2 (\Delta c)^2}$$

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

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

Contoh : Ralat dari persamaan $z = \frac{ab^2 + 2}{c}$

$$\Delta z = \left(\frac{b^2}{c} \right) \Delta a + \left(\frac{2ab}{c} \right) \Delta b + \left(\frac{ab^2 + 2}{2c^2} \right) \Delta c$$

H. Rata-rata Berbobot

Rata-rata berbobot merupakan nilai terbaik hasil kombinasi dari berbagai nilai yang dihasilkan dengan metode pengamatan yang berbeda terhadap satu besaran fisis yang diamati. Rata-rata berbobot digunakan jika dalam suatu analisis hasil ukur untuk mendapatkan nilai rata-rata $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ dari $x_1 \pm s_1, x_2 \pm s_2, \dots, x_i \pm s_i$. Syarat yang harus dipenuhi dalam analisis tersebut adalah:

1. Nilai-nilai yang ingin dirata-ratakan harus mewakili besaran fisis yang sama.

2. Setiap nilai yang ingin dirata-ratakan harus saling cocok satu sama lain. Hal ini dapat diuji dengan melihat diskrepansinya (beda nilai/ BN) satu sama lain.

Misalkan : Suatu besaran fisis (x) diamati dengan dua metode yang berbeda dan saling bebas, dengan hasil akhir masing-masing :

$$\text{Pengukuran I : } x_1 = x_1 \pm s_1$$

$$\text{Pengukuran II : } x_2 = x_2 \pm s_2$$

Nilai akhir besaran fisis (x) dapat dihitung dari dua hasil diatas dengan menghitung nilai terbaiknya yang merupakan kombinasi dari x_1 dan x_2 . Untuk mendapatkan nilai terbaik dari kedua pengukuran yang dibandingkan, perlu dilihat nilai diskrepansi dari x_1 dan x_2 , dengan persamaan berikut.

$$BN = | x_1 - x_2 |$$

Syarat kesesuaian antara dua nilai ditentukan oleh BN, yaitu dua nilai ukur dikatakan saling ada kesesuaian apabila dipenuhi :

$$BN < (s_1 + s_2)$$

Hasil yang memenuhi persamaan diatas, menunjukkan bahwa nilai besaran x yang dihasilkan oleh pengukuran 1 bersesuaian dengan pengukuran 2, dan saling konsisten; artinya kedua hasil dapat diperhitungkan atau dikompromikan untuk memperoleh nilai terbaik dari (x) dengan metode berbobot. Secara umum untuk hasil pengukuran besaran fisis dengan berbagai pengukuran, dan telah memenuhi kriteria diskrepansi/kesesuaian satu dengan lainnya dengan hasil masing-masing : $x_1 ; x_2 ; x_3 ; \dots \dots x_i$, akan mempunyai nilai rata-rata berbobot sebagai :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

$$w_i = 1/s_i^2$$

Dengan ralat rata-rata berbobotnya adalah $\frac{1}{s_x^2} = \frac{1}{s_1^2} + \frac{1}{s_2^2} + \frac{1}{s_3^2} + \dots$

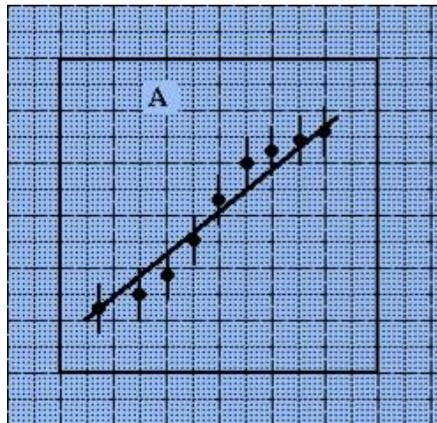
$$s_x^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^N 1/s_i^2}$$

$$s_x^2 = \left(\sum_{i=1}^N w_i \right)^{-1/2}$$

I. Analisis Data Metode Grafik

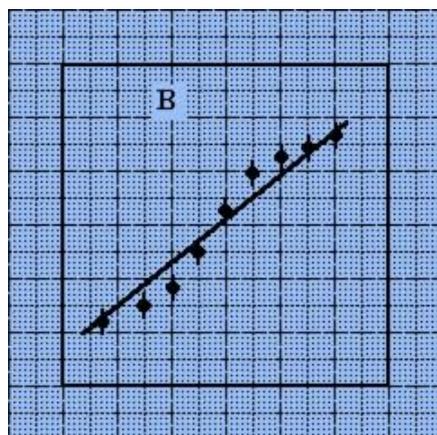
Setiap hasil pengukuran menghasilkan angka ralat dan ketidakpastian. Demikian juga dalam setiap analisis data hasil pengukuran juga memunculkan ralat. Nilai ralat yang menyangkut nilai dari besaran-besaran grafik mencakup gradient b dan titik potongnya a . Nilai gradient garis maupun titik potong dari garis lurus yang dibuat pada grafik merupakan hasil pengukuran dari data penelitian sehingga muncul ralat grafik. Hal ini karena titik-titik data pada grafik mempunyai ralat, maka garis grafik yang terbentuk dari titik-titik tersebut pasti mempunyai nilai ralat.

Ilustrasi terkait ralat pada grafik disajikan pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5. Bagian gambar 1 nilai ralatnya cukup besar dan secara keseluruhan fluktuasi titik tidak kelihatan pada garis grafik, sehingga terlihat ralat titik-titik data pada grafik cukup jelas tergambar.



Gambar 1. Ilustrasi Ralat Grafik Besar

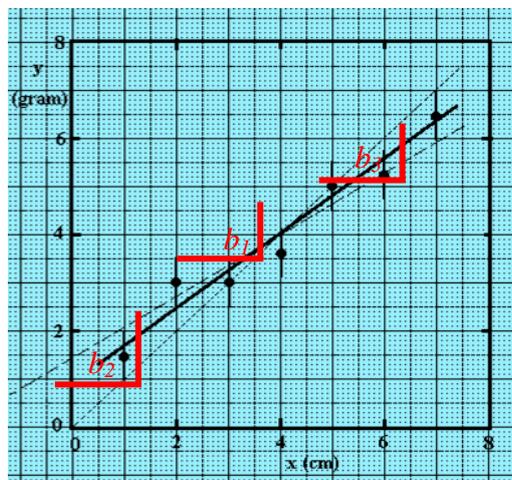
Bagian gambar 2 nilai ralat titik-titik data kecil, sehingga fluktuasi data secara signifikan jelas terlihat pada garis grafik yang diambil.



Gambar 2. Ilustrasi Ralat Grafik Kecil

Dalam analisis data dengan metode grafik, garis grafik yang terbentuk merupakan alur titik-titik data. Titik-titik data pada grafik baik yang berjarak dekat atau jauh dari garis yang terbentuk semuanya mempunyai ralat, maka secara tidak langsung garis grafik yang terbentuk juga akan menyimpang atau mempunyai ralat grafik. Titik data yang ber-ralat digambarkan dengan suatu titik yang mempunyai batang yaitu sebelum dan setelah titik data, sehingga titik tersebut dapat dipahami sebagai sebuah titik yang nilainya mempunyai rentang antara nilai maksimum dan minimum.

Analisis dengan metode grafik dilakukan dengan mencari nilai gradient yang terbentuk dari garis lurus yang terbentuk dari alur titik data. Dalam praktiknya dibuat tiga garis yaitu garis terbaik dengan gradient b_1 , kemudian ditambah lagi dengan dua garis lurus sebagai nilai ralat dari garis grafik tersebut dengan nilai gradient b_2 dan b_3 . Hal ini dilakukan karena titik data yang secara visual pada grafik digambarkan sebagai titik yang bernilai rentang antara nilai maksimum dan minimum, maka garis grafik yang dihasilkan juga garis maksimum dan garis minimum. Ilustrasi tersebut sebagaimana pada Gambar 3.



Gambar 3. Garis Grafik Analisa (Mak-Min)

Penentuan nilai ralat pada grafik sebagai berikut.

Nilai kemiringan rata-rata adalah

$$\bar{b} = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3}$$

Nilai ralatnya adalah

$$\Delta b_1 = |b_1 - b_2| \quad \text{dan} \quad \Delta b_1 = |b_1 - b_3|$$

Sehingga diperoleh

$$\Delta b = \frac{|\Delta b_1 + \Delta b_1|}{2}$$

Garis lurus pada grafik mempunyai persamaan $y = a + bx$, jika titik potong pada sumbu y yang akan dicari maka diambil nilai $x = 0$ sehingga diperoleh nilai $y = a$. sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$$

Nilai ralatnya adalah

$$\Delta a_1 = |a_1 - a_2| \quad \text{dan} \quad \Delta a_1 = |a_1 - a_3|$$

Sehingga diperoleh

$$\Delta a = \frac{|\Delta a_1 + \Delta a_1|}{2}$$

Sehingga persamaan $y = a + bx$ menjadi

$$y = (a \pm \Delta a) + (b \pm \Delta b)x$$

Grafik sebagai analisis data dalam semua kondisi, seorang peneliti harus mencari nilai gradient garis dan perpotongan dengan sumbu-sumbu koordinat.

TUGAS PENGANTAR METODE PENGUKURAN

Kerjakan soal latihan berikut dengan jelas dan benar!

1. Keempat bilangan di bawah ini diketahui dengan ketelitian sekitar 1%. Tulislah bilangan itu sebagai $(x \pm \Delta x)$:

$$x_1 = 1202$$

$$x_3 = 2,05$$

$$x_2 = \frac{22}{7}$$

$$x_4 = 25$$

2. Tuliskan derivative parsial $(\partial q/\partial x)$ dan $(\partial q/\partial y)$ dari ketiga fungsi berikut.

a. $q(x,y) = x + y$

b. $q(x,y) = xy$ dan c. $q(x,y) = x^2 y^3$

Keterangan: Derivatif parsial $(\partial q/\partial x)$ dari : $q(x,y)$ didapatkan dari hasil diferensiasi dari (q) fungsi (x) dengan (y) konstan demikian juga derivatif parsial $(\partial q/\partial y)$ dari : $q(x,y)$ didapatkan dari hasil diferensiasi dari (q) fungsi (y) dengan (x) konstan.

3. Seorang mahasiswa melakukan pengukuran dengan hasil sebagai berikut :

$$A = (5 \pm 1) \text{ cm}$$

$$t = (3,0 \pm 0,5) \text{ detik}$$

$$B = (18 \pm 2) \text{ cm}$$

$$m = (18 \pm 1) \text{ gram}$$

$$C = (12 \pm 1) \text{ cm}$$

dengan menggunakan aturan yang ada, hitung nilai dari persamaan berikut, sajikan masing-masing dengan model ralat mutlak dan ralat relatifnya .

- a. $(A + 2B + 3C)$
b. $(4A)$
c. (Ct)
d. $(A + B - C)$
e. $(B/2)$
f. (mB/t)
4. Dengan rumus bandul matematik $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, percepatan gravitasi g hendak ditentukan dalam suatu eksperimen. Period T diukur pada beberapa nilai panjang bandul L . Data yang diperoleh adalah sebagaimana tercantum di bawah. Gunakan Metode analisis grafik untuk menghitung $(g \pm \Delta g)$, dengan mengetahui $\pi = 3,142$ tepat.

No	L (m)	T (sekon)
1	0,60	1,56
2	0,70	1,68
3	0,80	1,80
4	0,90	1,90
5	1,00	2,00
6	1,10	2,11
7	1,20	2,20
8	1,30	2,28

5. Pengukuran kecepatan suara (v) memberikan hasil : (334 ± 1) m/s dan (336 ± 2) m/s.
- Apakah kedua hasil tersebut konsisten ?
 - Hitunglah nilai estimasi terbaik untuk (v) dan ketidakpastiannya
6. Tentukan nilai estimasi terbaik dan ketidakpastiannya berdasarkan hasil ke-4 pengukuran berikut ini :

$$(1,4 \pm 0,5) ; (1,2 \pm 0,2) ; (1,0 \pm 0,25) ; (1,3 \pm 0,2)$$

PRAKTIKUM 1. GERAK LURUS

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Mengukur kecepatan gerak benda pada GLB
2. Mengukur percepatan gerak benda pada GLBB

B. Alat dan Bahan

1. set "Linear Air Track"
2. blower
3. *electronic Counter*
4. tali
5. beban

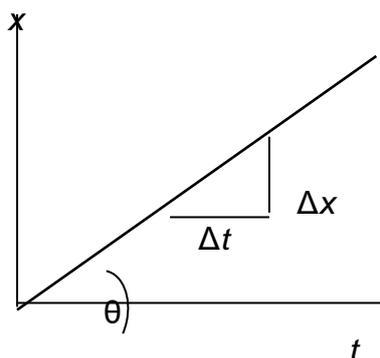
C. Dasar Teori

Sebuah gaya yang bekerja pada suatu benda, maka benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Tetapi jika gaya tersebut dihilangkan, maka benda akan mempunyai kecepatan yang sama untuk setiap waktu, sehingga dikatakan bergerak lurus beraturan. Sebuah benda yang bergerak lurus beraturan akan berlaku persamaan

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Keterangan: Dengan Δx = perpindahan, dan Δt = selang waktu.

Grafik hubungan x dengan t dapat digambarkan sebagai berikut



$$\tan \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

θ = sudut kemiringan

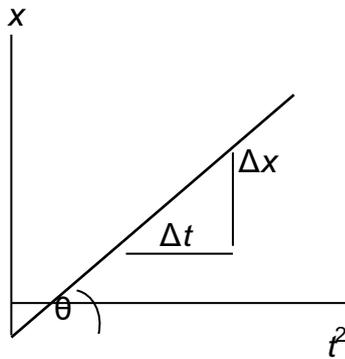
Pada gerak lurus berubah beraturan dapat ditunjukkan pada gerak jatuh suatu benda dari ketinggian tertentu. Pada gerak ini kecepatan setiap saat selalu berubah, atau dapat dikatakan benda tersebut mempunyai percepatan

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

Hubungan antara kecepatan, percepatan dan perpindahan dapat dirumuskan sebagai

$$v_t^2 = v_0^2 + 2ax$$

Grafik hubungan antara perpindahan dengan perubahan waktu dikuadratkan adalah sebagai berikut



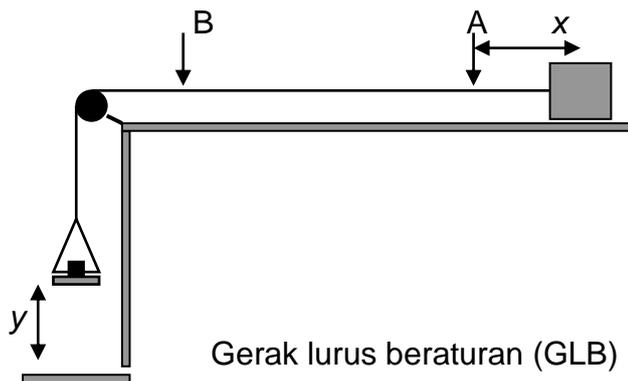
$$\tan \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t^2}$$

θ = sudut kemiringan

D. Langkah Percobaan

1. Persiapan

- Pahami dulu untuk pengenalan fungsi *elektronik counter*. Dalam hal ini terdapat tiga jenis mode fungsi, yaitu : A ; A + B ; A + B + C. Untuk menentukan selang waktu yang ditempuh, pada percobaan ini pilih mode A + B, karena A berarti sinyal input dan B untuk sinyal output.
- Tentukan posisi input A dan sensor output B yang akan digunakan untuk mencatat selang waktu yang diperlukan oleh perpindahan Δx .



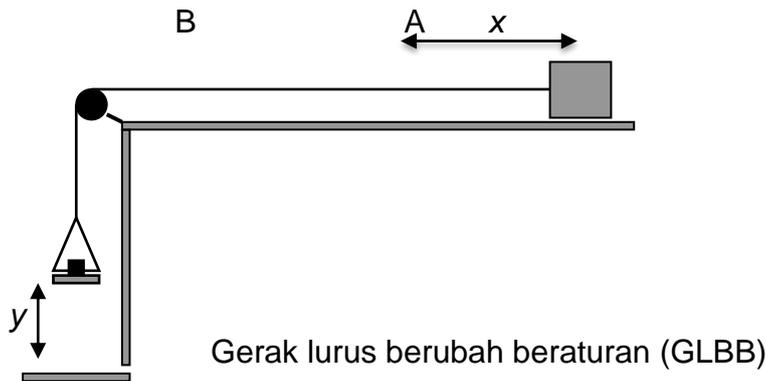
2. Pengukuran

- Gerak lurus beraturan (GLB)**, susunlah alat seperti gambar di atas. Dalam hal ini jarak x lebih panjang dari y , sehingga setelah benda melewati sensor input A tidak ada lagi gaya yang bekerja (gaya yang menarik) sehingga benda akan bergerak lurus beraturan. Ukurlah selang waktu Δt

setiap perubahan jarak AB. Dari data tersebut buatlah grafik Δx terhadap Δt , serta hitung kemiringannya sebagai kecepatan gerak benda.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- b. **Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)**, susun alat seperti gambar di bawah ini.



Dalam hal ini jarak y lebih panjang dari x , sehingga setelah benda melewati sensor input A masih ada gaya yang bekerja (gaya yang menarik) sehingga benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Pada percobaan ini gunakan persamaan $\Delta x = \frac{1}{2} a \Delta t^2$, dengan mengukur selang waktu Δt untuk setiap perubahan jarak AB, dan buatlah grafik Δx terhadap Δt^2 . Sehingga dari kemiringan grafik dapat ditentukan besar percepatan benda.

E. Tugas / Pertanyaan

1. Buat grafik antara perpindahan dengan selang waktu untuk gerak lurus beraturan.
2. Tentukan kecepatan awal benda pada gerak lurus beraturan pada setiap beban yang anda pilih.
3. Buatlah grafik perpindahan dengan kuadrat selang waktu pada gerak lurus berubah beraturan.
4. Tentukan besar percepatan pada gerak lurus berubah beraturan.

PERCOBAAN 2. KONSTANTA GAYA PEGAS (k)

A. Tujuan Percobabaaan

Setelah melaksanakan praktikum ini mahasiswa dapat :

1. Mendiskripsikan pengaruh gaya pada benda
2. Menentukan konstanta gaya pegas

B. Alat dan Bahan

Alat yang akan Anda pergunakan meliputi :

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

C. Dasar Teori

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.

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.

Hubungan antara gaya (F), modulus Young (Y), luas penampang (A), Panjang mula mula (L_0) dan perubahan panjang (regangan) yang terjadi (ΔL) pada suatu batang yang dikenai gaya adalah :

$$F = \frac{YA}{L_0} \Delta L \quad (\text{silakan dibuktikan...!})$$

Pada pegas, $\frac{YA}{L_0}$ dinyatakan sebagai konstanta tunggal **k** dan perubahan panjang ΔL dinyatakan oleh Δx maka

$$\mathbf{F = k \Delta x}$$

Persamaan tersebut 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 diregangkan, 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 di atas 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

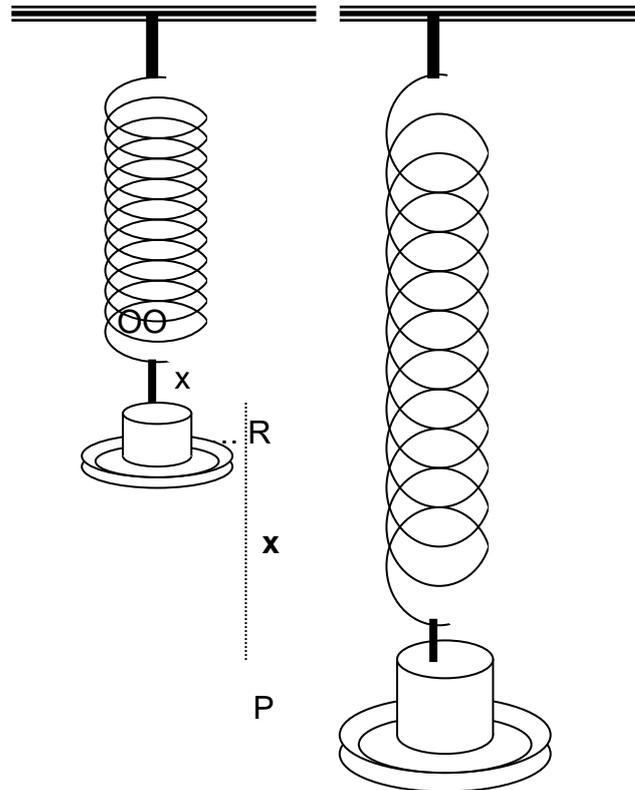
Hukum Hooke menyatakan besarnya gaya yang mengakibatkan perubahan bentuk (panjang) pegas sebanding dengan perubahan panjang yang terjadi, asalkan batas kelentingannya tidak terlampaui.

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

$$F = -k \Delta x$$

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

$$F = -k \Delta x$$



Gambar 1. Pegas

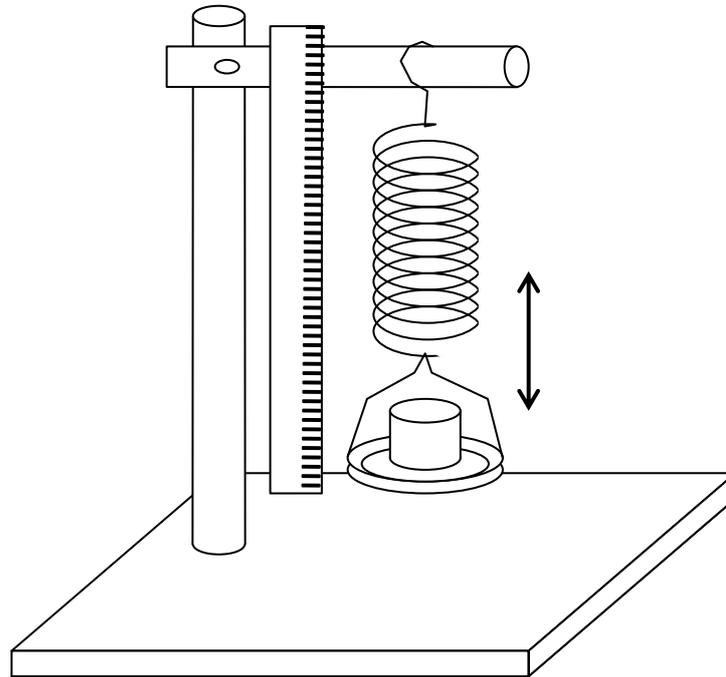
Gambar 1 melukiskan sebuah benda yang digantungkan pada pegas, titik kesetimbangan di R, setelah diberi beban kedua (yang lebih besar) pegas bertambah panjang sejauh RP, atau sejauh Δx posisi kesetimbangannya. Resultante gaya yang bekerja pada benda tersebut (pada R) hanya gaya lenting pemulihan $F = -k \Delta x$

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

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

dalam hal ini m adalah massa benda.

D. Langkah Persobaan



Gambar 2. Rangkaian alat

- 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 massanya (m)
- Catatlah pertambahan panjang yang terjadi (Δx)
- 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.

E. Tugas dan Pertanyaan

1. Tentukan besar konstanta pegas k berdasarkan tabel pengamatan Anda (perhitungan)
2. Tentukan konstanta pegas k berdasarkan grafik hubungan antara Δx dengan m dalam hal ini m merupakan sumbu mendatar (variabel bebas) dan x merupakan sumbu vertikal (variabel terikat).
3. Bandingkanlah hasil konstanta gaya pegas yang Anda peroleh dengan metode hukum Hooke dengan dua cara analisis tersebut

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

Apakah kesimpulan akhir Anda ?

Catatan : Dalam pengolahan data perlu Anda ketahui bahwa percepatan gravitasi di Yogyakarta adalah $g = 980 \text{ ms}^{-2}$.

PRAKTIKUM 3. MASSA JENIS ZAT

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, mahasiswa diharapkan dapat:

1. menentukan massa jenis zat padat dengan pengukuran massa dan volume benda tersebut
2. menentukan massa jenis zat cair dengan menggunakan konsep tekanan hidrostatik.

B. Alat dan Bahan

1. neraca lengan
2. mistar, jangka sorong
3. gelas Ukur
4. zat cair (air, spiritus, air garam)
5. zat padat (logam)
6. pipa Y (alat Hare), beakerglass.

C. Dasar Teori

Di alam terdapat tiga jenis zat, antara lain padat, cair, dan gas. Yang membedakan sifat zat, salah satunya adalah massa jenis. Massa jenis adalah massa tiap satuan volume. Massa jenis zat dirumuskan sebagai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m^3 , g/cm^3)

m = massa (kg, g)

V = volume (m^3 , cm^3)

Suatu zat cair yang mempunyai massa jenis ρ dengan ketinggian h , akan mempunyai tekanan hidrostatik sebesar

$$p = \rho gh$$

Jika dua zat cair dimasukkan dalam pipa Y (dengan cara dihisap), maka ketinggian kedua zat cair tersebut dimungkinkan akan berbeda, tergantung pada

massa jenis cairan tersebut. Semakin kecil massa jenis cairan akan semakin tinggi cairan dalam pipa.

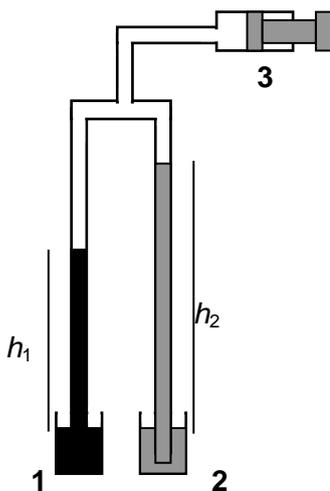
D. Langkah Percobaan

Kegiatan 1

1. Ambil benda zat padat bentuknya beraturan
2. Ukurlah panjang, lebar dan tinggi dengan jangka sorong atau mikrometer sekrup.
3. Timbanglah zat padat tersebut dengan neraca.
4. Ukur volume zat padat tersebut dengan gelas ukur yang diberi air
5. Catat hasil pengukuran pada tabel.
6. Ulangi pengukuran untuk zat padat yang lain.

Kegiatan 2

Massa Jenis Cairan



1. Masukkan air pada beerglass 1, dan zat cair yang akan dicari massa jenisnya (spiritus) pada beker glass 2.
2. Hisap kedua cairan dengan menggunakan pengisap 3 sampai tinggi (menariknya pelan-pelan agar kedua cairan tidak tercampur).
3. Ukur tinggi h_1 dan h_2 (h diukur dari permukaan cairan di dalam beerglass sampai permukaan cairan di dalam pipa kaca).
4. Ulangi untuk tinggi cairan yang berbeda dengan menekan pompa sedikit demi sedikit.
5. Ulangi langkah 1 s.d 4 untuk cairan lain, (larutan garam).
6. Massa jenis cairan dapat dicari dengan persamaan

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Keterangan: ρ_1 = massa jenis air (1 g/cm^3).

E. Tabel Pengamatan

Kegiatan 1

No	Nama Zat	Bentuk	ρ (cm)	l (cm)	t (cm)	m (g)
1.

No	Nama Zat	V (cm ³)	m (g)

Kegiatan 2

No	Nama Zat	h_1 (cm)	h_2 (cm)

F. Tugas / Pertanyaan

1. Cari massa jenis masing-masing zat.
2. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang anda peroleh.

PRAKTIKUM 4. HUKUM BOYLE

A. Tujuan :

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat menemukan hubungan antara tekanan dan volume pada suhu tetap.

B. Alat dan Bahan

1. set alat hukum Boyle
2. barometer
3. thermometer

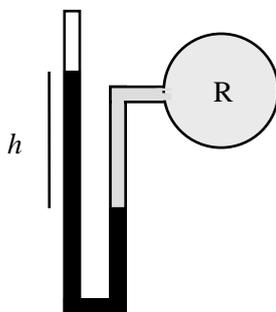
C. Dasar Teori

Suatu gas pada volume, tekanan, dan suhu tertentu dapat mengalami tiga proses, antara lain proses isotermis (suhu tetap), isokhorik (volume tetap), dan isobarik (tekanan tetap). Suatu gas pada volume V , jika ditekan pada suhu tetap (isotermis) maka volume akan berkurang dan tekanan gas akan bertambah, hubungan tekanan dan volume gas pada suhu tetap, akan berlaku hukum Boyle

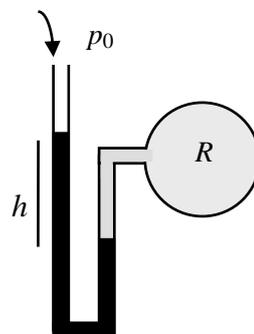
$$pV = C$$

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Alat yang dipergunakan untuk mengukur tekanan udara luar adalah barometer. Pada tekanan udara 1 atmosfer (atm), tinggi raksa dalam pipa adalah 76 cm. Sedang alat yang dipergunakan mengukur tekanan gas dalam suatu ruangan dinamakan manometer. Manometer ada dua, yaitu manometer tertutup, dan manometer terbuka



Gambar a
Manometer tertutup



Gambar b
Manometer terbuka

Tekanan ruangan R pada manometer tertutup adalah

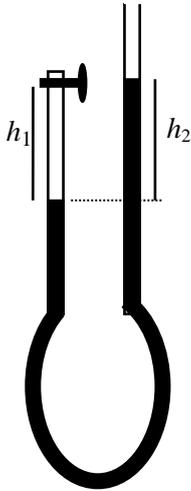
$$p = h \text{ cm Hg}$$

Sedang tekanan ruangan R pada manometer terbuka :

$$p = p_0 + h \text{ cm Hg}$$

D. Langkah Percobaan

Skema Alat



1. Atur pipa sebelah kanan agar tinggi permukaan raksa pipa sebelah kanan dan kiri sama, dan ukur tinggi kolom udara pada pipa sebelah kiri (h_1).
2. Naikkan pipa sebelah kanan, ukur tinggi kolom udara (h_1) dan perbedaan tinggi permukaan raksa sbelah kiri dengan kanan (h_2).
3. Ulangi langkah 2 dengan cara menaikkan atau menurunkan pipa sebelah kanan, sampai beberapa kali.
4. Ukur tekanan udara luar (p_0), dan suhu ruangan (T).

E. Data Percobaan

No	p_0 (cm Hg)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	$T(^{\circ}\text{C})$
1.
		
		
		
		

F. Tugas

Buat grafik hubungan p dan V , dan beri kesimpulan dari percobaan yang Anda lakukan.

PRAKTIKUM 5. HUKUM GAY LUSSAC & TERMOMETER GAS

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat menemukan hubungan suhu dan tekanan gas pada volume tetap serta aplikasinya sebagai termometer gas.

B. Alat dan Bahan

1. set alat thermometer gas
2. beakerglass
3. thermometer
4. pemanas (bunsen)
5. barometer

C. Dasar Teori

Proses perubahan keadaan gas pada volume tetap telah dirumuskan oleh Gay Lussac, dan dirumuskan sebagai

$$\frac{P}{T} = C$$

Keterangan:

p = tekanan

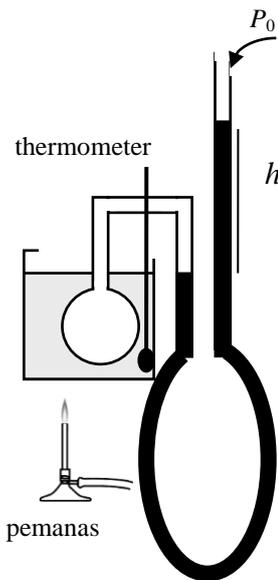
T = suhu

Jika suatu ruangan berisi gas dipanaskan pada volume tetap, maka tekanan akan naik. Dengan prinsip ini dapat dipergunakan untuk mengukur suatu zat. Telah kita ketahui bahwa untuk menentukan suatu zat dipergunakan sebuah termometer. Pada termometer cairan pada prinsipnya digunakan dua titik acuan, yaitu titik terendah dan titik tertinggi. Pada termometer Celsius, titik acuan terendah digunakan titik lebur es dan diberi skala 0, sedang titik tertingginya digunakan titik didih air dan diberi skala 100. Tetapi pada termometer gas tidak memerlukan dua titik acuan, melainkan hanya satu titik acuan, yaitu titik tripel air yaitu sekitar 0°C.

Suatu ruang bervolume V dipanaskan, maka volume dan tekanan gas dalam ruangan tersebut akan naik. Jika volume gas dibuat tetap (konstan), maka tekanannya yang akan naik. Hubungan tekanan p dan suhu (T) gas digunakan persamaan *Gay Lussac*, dan prinsip inilah yang digunakan pada prinsip termometer gas.

D. Langkah Percobaan

Skema alat



1. Masukkan bola kaca ke dalam beakerglass yang telah berisi air, juga masukkan thermometer.
2. Atur pipa sebelah kanan sehingga permukaan raksa sama tingginya dengan permukaan raksa pada pipa sebelah kiri. (bila perlu, gunakan es)
3. Panaskan air (menghidupkan bunsen) sambil mengatur pipa sebelah kanan agar permukaan raksa pada pipa sebelah kiri tetap pada posisi awal (terjadi perbedaan tinggi raksa h).
4. Ulangi percobaan dengan terus memanskan air dan mengatur tinggi raksa pada pipa sebelah kiri tetap dan mencatat h .

E. Data Percobaan

No	p_0 (cm Hg)	h (cm)	T (K)

F. Tugas

1. Buatlah grafik hubungan antara suhu (T) dengan tekanan (p).
2. Buat grafik hubungan suhu (T) dengan 1/tekanan gas ($1/p$).
3. Buat kesimpulan dari hasil percobaan yang telah anda lakukan.

PERCOBAAN 6. KESETARAAN KALOR LISTRIK

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menentukan besarnya energi panas/kalor yang diterima kalorimeter berdasarkan azas Black
2. Menentukan nilai kesetaraan (kalor – listrik).

B. Alat – alat dan Bahan

1. kalorimeter listrik
2. *power supply* (catu daya DC).
3. *stopwatch*.
4. Thermometer

C. Dasar Teori

Dalam percobaan ini energi listrik yang dilepaskan akan diterima oleh air dan kalorimeter. Berdasarkan azas Black bahwa panas / kalor yang dilepas sama dengan panas / kalor yang diterima, maka energi listrik yang dilepas akan diterima oleh air dalam kalorimeter dan kalorimeter (termasuk pengaduk) itu sendiri, sehingga akan terjadi perubahan panas pada air dan kalorimeter. Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = mc(T - T_a)$$

m : massa zat (g)

c : kalor jenis zat (kal/g °C)

T : suhu mula-mula zat (°C)

T_a : suhu akhir zat (°C)

Q : jumlah kalor yang diperlukan (kal)

Pada percobaan ini kita berhubungan dengan dua bentuk energi, yakni energi kalor dan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh suatu catu daya pada suatu resistor dinyatakan dengan persamaan:

$$W = VIt$$

Keterangan:

V : tegangan listrik (volt)

I : arus listrik (Ampere)

t : waktu/ lama aliran listrik (sekon)

W : energi listrik (joule)

Adapun besarnya nilai kesetaraan kalor listrik dapat dinyatakan dengan persamaan

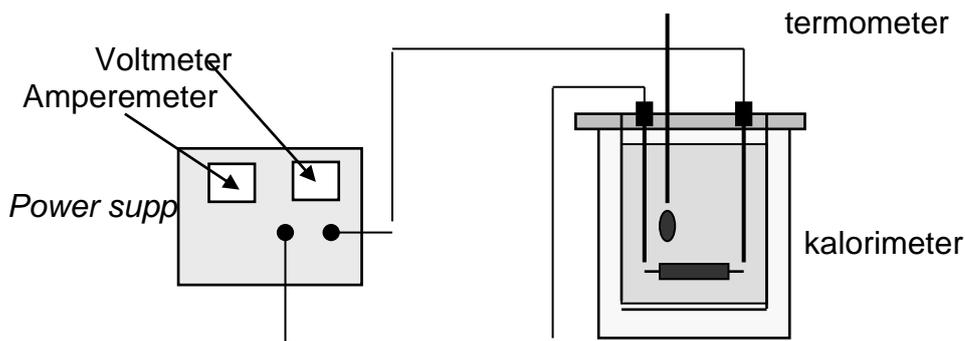
$$\gamma = \frac{VI t}{(m_k c_k + m_a c_a)(T_1 - T_2)}$$

Keterangan:

- V : tegangan listrik (volt)
- I : arus listrik (Ampere)
- t : waktu/ lama aliran listrik (sekon)
- m_k : massa kalorimeter kosong dan pengaduk (gram)
- c_k : kalor jenis kalorimeter (kal/gr^oC)
- m_a : massa air dalam kalorimeter (gram)
- c_a : kalor jenis air (kal/gr^oC)
- T_1 : suhu mula-mula zat (^oC)
- T_2 : suhu akhir zat (^oC)

D. Prosedur percobaan

a. Skema Rangkaian



b. Langkah Percobaan

1. Pasanglah rangkaian listriknya seperti gambar di atas dan beritahukan kepada pembimbing /asisten lebih dulu untuk diperiksa sebelum power supply dihidupkan.
2. Timbanglah kalorimeter kosong (bejana dalam) dan pengaduk. Catatlah massa kalorimeter kosong.
3. Masukkan air dalam kalorimeter secukupnya (filament kumparan tercelup semua atau lebih dari separuh) dan timbang kembali. Catat massa air dalam kalorimeter.
4. Pasang kalorimeter dan atur arus serta tegangan pada *power supply* untuk harga I dan V tertentu (arus I dan V langsung dibaca pada *power supply*).

PRAKTIKUM 7. GELOMBANG TALI (MELDE)

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan bentuk gelombang dian pada dawai
2. Menentukan kelajuan gelombang pada dawai

B. Alat dan Bahan

1. alat Melde
2. skala
3. beban

C. Dasar Teori

Seutas tali jika digetarkan pada salah satu ujungnya, akan terbentuk gelombang berjalan. Jika salah satu ujung tali digetarkan dan ujung yang lain dibuat tetap maka akan terjadi interferensi gelombang datang dengan gelombang pantul, sehingga akan membentuk gelombang diam atau gelombang stasioner. Alat yang dapat menunjukkan adanya gelombang diam pada seutas tali adalah **percobaan Melde**. Besar cepat rambat gelombang diam pada tali dirumuskan sebagai

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Keterangan:

v = kelajuan gelombang (m/s)

F = gaya tarik (N)

μ = kerapatan tali massa/panjang (g/cm; kg/m). $\mu = \frac{m}{L}$

Besar laju rambat gelombang secara umum dapat dituliskan sebaga

$$v = f\lambda \quad \text{atau} \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

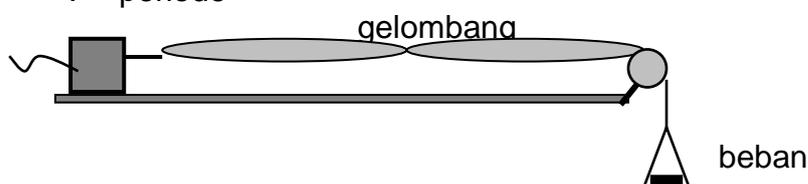
Keterangan:

v = cepat rambat gelombang

f = frekuensi

λ = panjang gelombang

T = periode



D. Langkah Percobaan

1. Siapkan peralatan yang diperlukan.
2. Ukur panjang tali (L) dan ukur μ atau m/L .
3. Hubungkan alat Melde dengan sumber listrik ac.
4. Beri beban pada tempat beban sehingga pada tali membentuk pola gelombang diam.
5. Hitung jumlah perut yang terjadi.
6. Ulangi untuk jumlah perut yang lain, dengan mengatur besarnya gaya tegangan tali.
7. Frekuensi getaran dianggap sama dengan 50 Hz.

E. Tugas / Pertanyaan

1. Tentukan besar cepat rambat gelombang tali pada berbagai tegangan.
2. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang Anda lakukan.

PERCOBAAN 8. RESONANSI PADA KOLOM UDARA

A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan terjadinya resonansi pada kolom udara.
2. Mengukur laju suara di udara.

B. Alat dan Bahan

1. tabung kaca
2. air
3. amplifier
4. speaker
5. skala
6. AFG
7. tandon air

C. Dasar Teori

Jika suara masuk dalam kolom udara kemudian mengenai permukaan air, maka gelombang suara tersebut akan terjadi interferensi gelombang datang dengan gelombang pantul. Interferensi tersebut dapat dinamakan terjadi resonansi antara gelombang suara datang dengan gelombang suara pantul. Terjadinya resonansi ditandai dengan terjadinya suara nyaring. Pada saat terjadi resonansi akan berlaku :

Resonansi pertama

$$L_1 = \frac{1}{4} \lambda + k$$

Resonansi kedua

$$L_2 = \frac{3}{4} \lambda + k$$

Jika panjang tsb. dikurangkan akan berlaku

$$L_2 - L_1 = \frac{1}{2} \lambda$$

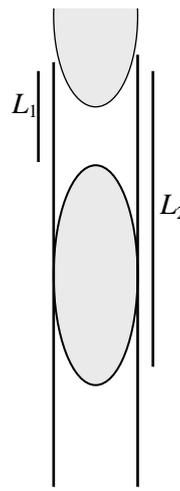
Secara umum dapat dirumuskan

$$\lambda = 2(L_n - L_{n-1})$$

Dalam hal ini

n = bilangan terjadinya resonansi

λ = panjang gelombang (cm, m)



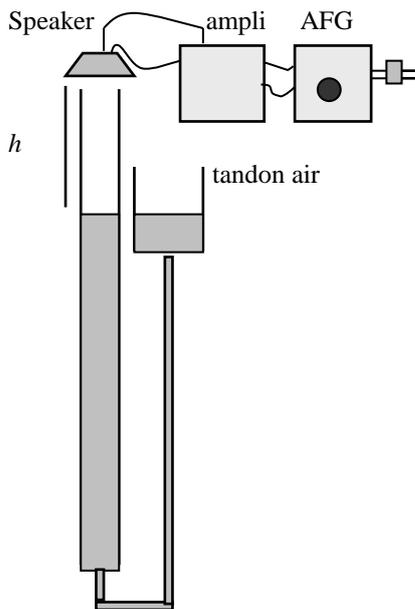
L_n = panjang kolom udara ke n (cm, m)

Dengan diketahuinya panjang gelombang suara dan besarnya frekuensi (dari AFG), maka laju suara di udara pada suhu saat diukur dapat ditentukan.

$$v = f\lambda$$

Keterangan: f = frekuensi (Hz)

D. Langkah Percobaan



1. Susun alat seperti pada gambar di samping.
2. Hidupkan AFG dan amplifier.
3. Tentukan besarnya frekuensi sumber suara (AFG) misal 400 Hz. Dan atur intensitas bunyi sehingga sangat pelan (jangan keras).
4. Turunkan tendon air sampai terdengar bunyi yang paling keras, kemudian yakinkan posisi terjadinya resonansi dengan cara menaikkan atau menurunkan sedikit pada posisi terjadinya resonansi. (Catat L_1 : saat terjadi resonansi pertama).
5. Teruskan menurunkan tendon air sampai terjadi resonansi yang kedua. (Catat L_2 : saat terjadi resonansi ke 2).
6. Ulangi langkah 3 s.d 5 untuk frekuensi yang lain.
7. Ukur suhu ruangan.

E. Tabulasi Data Pengamatan

No	Frekuensi f (Hz)	L_1 (cm)	L_2 (cm)
1.
2.

Suhu ruangan : $^{\circ}$ C

F. Tugas

Tentukan laju suara di udara pada suhu tertentu/kamar.

DAFTAR PUSTAKA

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

LAMPIRAN

Lampiran 1. Konstanta Besaran Fisis

1. 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		

2. 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

3. Panas Jenis Zat

Logam	Panas Jenis c (kal/g C ^o)	Daerah Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
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)

4. Tekanan Uap atau titik Didih Air

T_d ($^{\circ}\text{C}$)	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)

Lampiran 2. Format Laporan Praktikum

LAPORAN EKSPERIMEN

Suatu laporan eksperimen atau penelitian sebaiknya meliputi komponen berikut:

- Judul / Topik Eksperimen
- Tujuan Eksperimen
- Dasar Teori / Hypotesis
- Metode Eksperimen
- Analisis Data Pembahasan
- Kesimpulan
- Saran-saran (bila ada)
- Daftar Pustaka

Laporan jangan terlalu panjang, model penulisannya yang singkat dan jelas, jangan bertele-tele karena hal ini hanya akan menjengkelkan pembaca. Panjangnya laporan disesuaikan dengan isi eksperimen yang dilakukan; mungkin panjang dikarenakan banyaknya sampel pengamatan yang harus dibahas, atau juga kedalaman dalam pembahasan.

Judul / Topik Eksperimen

Judul sebaiknya singkat saja karena sifatnya merupakan identifikasi atau tanda pengenal laporan. Misalnya untuk eksperimen pemeriksaan Hukum Ohm cukuplah ditulis sebagai judul '**Hukum Ohm**', dan bukan '**Pembuktian Hukum Ohm dengan arus searah**'. Judul yang kedua terlalu panjang, penjelasan yang lebih detail dari judul, dapat disampaikan pada bagian pendahuluan atau pengantar laporan.

Tujuan Eksperimen

Dalam bagian tujuan diterangkan secara spesifik apa tujuan eksperimen kita itu. Dengan mengambil judul eksperimen di atas yaitu “Hukum Ohm”, tujuan mungkin dapat berbentuk:

1. Pemeriksaan Hukum Ohm $V = R I$ pada kawat Cu;
2. Pemeriksaan hubungan formula : Hambatan Serial dan Paralel

$$R_{\text{seri}} = R_1 + R_2$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Sehingga seperti layaknya judul; tujuan eksperimen juga cukup ‘singkat, namun jelas’, ini akan lebih baik dan menarik.

Dasar Teori dan Hipotesis

- **Dasar Teori :**

Di bagian teori diberikan uraian singkat tetapi lengkap tentang teori eksperimen. Uraian akan bertambah jelas apabila disertai gambar, rangkaian, diagram, dan sebagainya, hal ini untuk lebih mempermudah pemahaman materi yang akan dikerjakan. Kalau ada beberapa rumus penting, sebaiknya rumus itu diberi nomor urut. Rumus yang harus dibuktikan, kita beri buktinya, kalau perlu dengan menyebut buku acuannya.

Teori pada instruksi praktikum, sebaiknya mengandung penjelasan tentang teori, yang disadur dan dilengkapi dengan bahan yang diambil dari buku acuan; hal ini akan memudahkan praktikan untuk mendalami lebih jauh dan menambah wawasan ketika akan melakukan pembahasan dari hasil analisa eksperimennya.

- **Hypotesis :**

Hypotesis merupakan dugaan secara ilmiah berdasarkan gejala-gejala yang dapat teramati, dan kebenarannya baru akan terungkap bila hasil analisa data pengamatan menunjukkan adanya kecocokan. Hypotesis dapat berupa ramalan hubungan fungsi matematik yang menghubungkan besaran fisis satu dengan lainnya, juga dapat berupa “statemen” yaitu kalimat yang menjelaskan sesuatu yang ilmiah dan berlandaskan hukum ilmu pengetahuan yang jelas.

Metode Eksperimen

- **Peralatan :**

Peralatan yang dipakai boleh dijelaskan secara singkat. Pertama, mengenai ketelitiannya. Terutama alat yang memegang peran penting dalam eksperimen itu, uraikan dengan detail dalam usaha mengurangi timbulnya kesalahan sistematis dan kesalahan pengamatan yang disebabkan oleh alat tersebut, hal ini sangat penting karena alat yang pokok dalam pengambilan data. Beri keterangan singkat-jelas bagaimana pengukuran dilaksanakan, sehingga orang lain yang membaca cukup dapat meniru dengan baik tanpa ada keraguan prosedur. Data yang dihasilkan dicatat beserta ketidakpastian dan satuan/unit dari besaran yang diamati. Data ini jangan diolah dahulu, tetapi sajikan dalam bentuk yang menarik, misalnya dalam bentuk tabulasi. Beri nomor urut apabila diperlukan daftar lebih dari satu.

- **Disain dan Prosedur Eksperimen**

Suatu langkah-langkah yang menjelaskan secara urut mengenai tata cara untuk memperoleh data pengamatan. Hal ini harus diuraikan dengan rinci dan berurutan, apalagi mengenai persoalan angka yang harus dicermati dalam pengukurannya. Kadang perlu kata perhatian misalnya : tunggu 5 menit kemudian campurkan bahan berikut; dsb.

Analisis Data

- **Pengolahan Data :**

Pengolahan data atau perhitungan dilakukan dan dilaporkan langsung tanpa banyak komentar, sebutkan bentuk rumus yang menjadi dasar pengamatan , dan data yang berkenaan serta hasil perhitungan langsung diisikan ke dalam laporan. Uraikan metode perhitungan ketidakpastian atau ralat pengukuran anda. Hasil terakhir yang merupakan hasil penyajian nilai dan ralatnya ditulis dengan jelas, dengan angka berarti yang tepat, agar percobaan dapat dinilai dengan akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Dalam perhitungan awal (sebelum final) sebaiknya seluruh angka perhitungan diikutsertakan (jangan melakukan pembulatan). Baru pada akhir perhitungan akhir, jumlah angka yang penting kita tentukan (hal ini perlu memperhatikan nilai ralat pengukurannya).

Kalau hasil akhir didapatkan dengan metode grafik, perhitungan dilakukan dengan grafik, sehingga diperlukan gambar grafik yang benar (memenuhi kaidah grafik analisa). Nilai skala pada grafik memegang peran terhadap analisa, sehingga pemasangan skala yang teliti akan banyak mempengaruhi analisa hasilnya.

- **Grafik Pengamatan :**

Grafik pengamatan menjadi bagian yang sangat penting apabila analisa data dilakukan dengan metode grafik. Dalam hal ini grafik bukan sekedar sebagai tampilan data, namun benar-benar merupakan fenomena dari gejala yang teramati untuk di analisa, sehingga cara menggambaran grafiknya harus benar, memenuhi kaidah grafik analisa.

Pembahasan :

Pembahasan merupakan tanggapan dari pengamat untuk menelaah apakah hasil sesuai dengan harapan ilmiah; atau ada penyimpangan. Bila ternyata sudah sesuai namun belum mencapai ketelitian yang tinggi, maka perlu dijelaskan titik-titik kelemahannya, dan kenapa hal itu tidak dapat tercapai dengan baik atau sempurna. Apa kendala-kendala untuk mencapainya. Sebaliknya apabila hasil yang diperoleh menyimpang jauh dari harapan ilmiah, maka harus dapat menunjukkan sumber kesalahan, dan usaha yang sudah dilakukan untuk mengatasi sumber kekurangan tsb. Dengan demikian pembaca tidak kecewa dan tetap mengapresiasi kita dalam melakukan eksperimen, dan tidak menganggap kesalahan yang kita lakukan karena kita bodoh; tetapi karena terhambat oleh keterbatasan peralatan yang ada. Sehingga ketika alat yang lebih baik/teliti/canggih kita dapatkan, maka problem kita dapat diatasi.

Kesimpulan

Dalam kesimpulan mengandung beberaka keterangan yang isinya :

1. Apakah hasil eksperimen anda sudah dapat mencapai tujuan .
2. Tunjukkan hasil anda dan berapa ketelitian yang anda capai ?
3. Tunjukkan keunggulan dan kekurangan yang anda capai
4. Bandingkan dengan nilai referensi (bila ada); dan berikan keterangan bila terjadi diskripsi yang besar.

Saran-saran

Dalam hali ni tanggapilah hasil anda secara detail. Misalnya dapat dikemukakan saran memperbaiki eksperimen, baik mengenai metoda ukuran, maupun peralatan yang dipakai. Atau kita dapat menyarankan pengukuran atau eksperimen berikutnya yang diadakan sebagai tindak lanjut. Intinya saran-saran yang kita sampaikan merupakan langkah penyempurnaan dari eksperimen yang kita lakukan agar dikemudian hari dapat dilanjutkan untuk memperoleh nilai yang lebih sempurna.