

PETUNJUK PRAKTIKUM

PENGANTAR MEKANIKA PANAS DAN BUNYI



Oleh
Al. Maryanto, dkk.

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

YOGYAKARTA

2013

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Petunjuk Praktikum Pengantar Mekanika Panas dan Bunyi. Petunjuk praktikum ini diharapkan dapat dimanfaatkan bagi mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika sebagai petunjuk langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melaksanakan praktikum Pengantar Mekanika Panas dan Bunyi.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak atas terwujudnya petunjuk praktikum Pengantar Mekanika Panas dan Bunyi, 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 Pengantar Mekanika Panas dan Bunyi. Amin

Yogyakarta, Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN	1
PERCOBAAN 1 GERAK LURUS	5
PERCOBAAN 2 KOEFISIEN GESEKAN	8
PERCOBAAN 3 MODULUS YOUNG	10
PERCOBAAN 4 KESEIMBANGAN GAYA	12
PERCOBAAN 5 MASSA JENIS BENDA	14
PERCOBAAN 6 HUKUM BOYLE	17
PERCOBAAN 7 TERMOMETER GAS	19
PERCOBAAN 8 PENGARUH ZAT TERLARUT TERHADAP TITIK DIDIH AIR...	21
PERCOBAAN 9 MELDE	24
PERCOBAAN 10 RESONANSI PADA KOLOM UDARA	26
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	29

KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN

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

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (1)$$

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

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2)$$

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

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

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*.

$$\text{Ketidakpastian relatif} = \frac{\Delta x}{x} \tag{5}$$

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

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

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

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

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 (\Delta y)^2 + \dots} \quad (6)$$

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

$$\Delta z = \left| \frac{\partial z}{\partial x} \right| |\Delta x| + \left| \frac{\partial z}{\partial y} \right| |\Delta y| + \dots \quad (7)$$

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

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

PERCOBAAN 1

GERAK LURUS

I. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan gerak lurus beraturan
2. Mengukur kecepatan gerak benda GLB
3. Menunjukkan gerak lurus berubah beraturan
4. Mengukur percepatan gerak benda pada GLBB

II. Alat dan Bahan

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

III. Dasar Teori

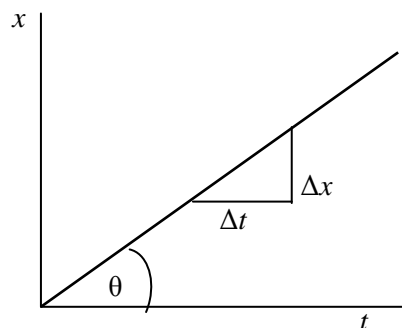
Sebuah benda yang bekerja suatu gaya, maka benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Tetapi jika gaya tersebut dihilangkan, maka benda akan mempunyai kecepatan awal dan akan bergerak lurus beraturan.

Sebuah benda yang bergerak lurus beraturan akan berlaku persamaan

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

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

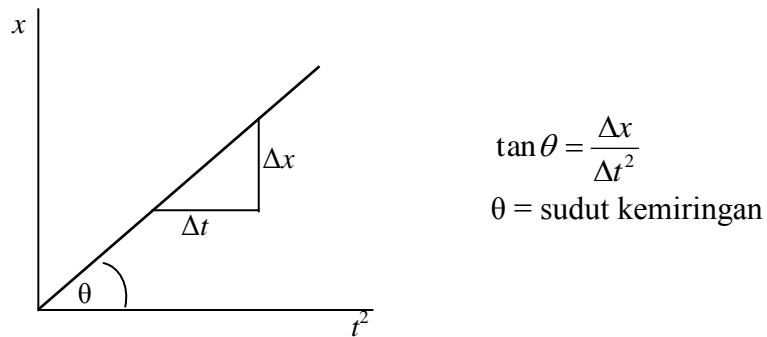
Pada gerak lurus berubah beraturan dapat ditunjukkan pada gerak jatuh suatu benda dari ketinggian tertentu. Pada gerak ini kecepatan setiap saat selalu berubah, atau dapat dikatakan benda tersebut mempunyai percepatan

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

Hubungan antara kecepatan, percepatan dan perpindahan dapat dirumuskan sebagai

$$v_t^2 = v_0^2 + 2ax \quad (3)$$

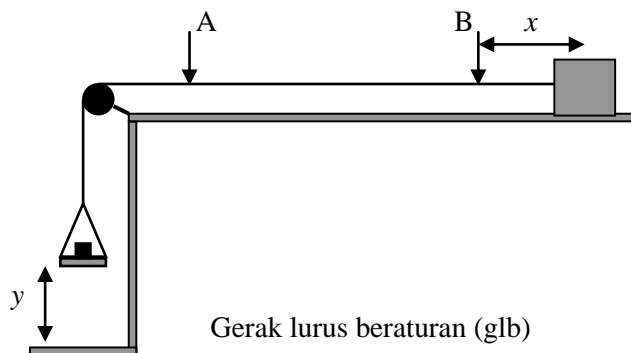
Grafik hubungan antara perpindahan dengan perubahan waktu dikuadratkan adalah sebagai berikut



IV. Langkah Percobaan

1. Persiapan

- Pahami dulu untuk pengenalan fungsi *elektronic 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 .



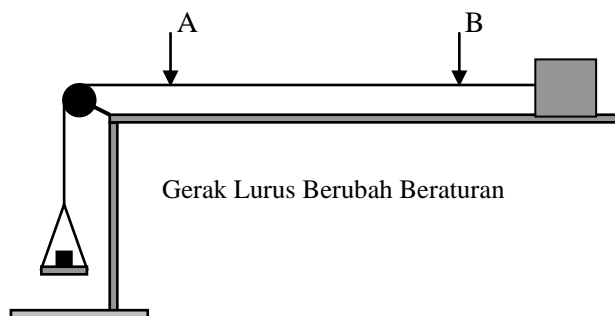
2. Pengukuran

- a. **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.



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.

V. 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

KOEFSISIEN GESEKAN

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menentukan besar koefisien gesekan statis.
2. Menentukan besar koefisien gesekan kinetis.

B. Alat dan Bahan

- papan / bidang miring
- balok / papan tebal dan beban
- neraca pegas
- busur derajat besar

C. Dasar Teori

Sebuah benda di atas bidang datar jika ditarik akan bekerja gaya gesekan yang berlawanan dengan arah gerak. Jika pada saat ditarik benda belum bergerak, maka pada benda sudah bekerja gaya **gesekan statis**. Besar gaya gesekan statis dari nol sampai maksimum, dan dirumuskan

$$f_s \leq \mu_s N \quad (1)$$

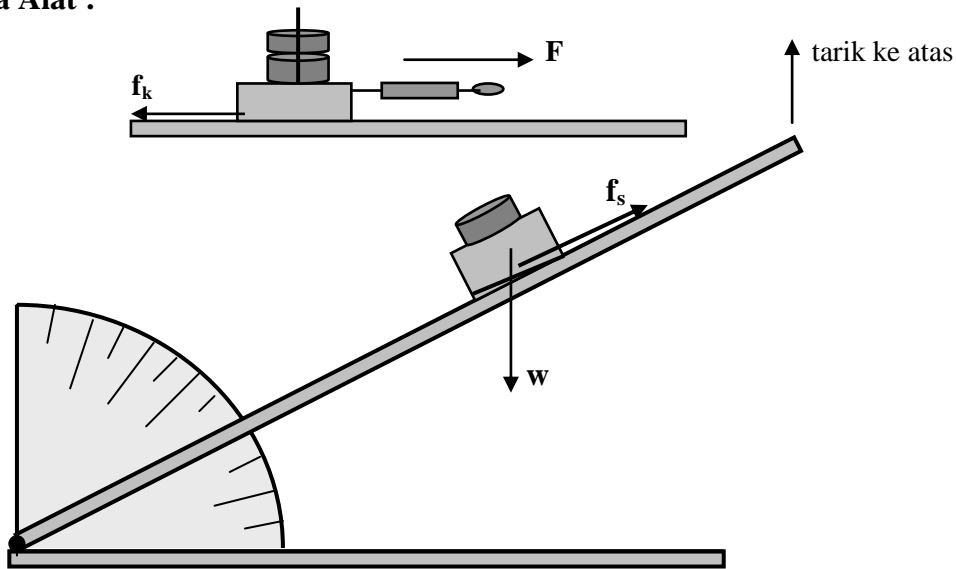
Sedangkan pada saat benda dalam keadaan bergerak bekerja **gesekan kinetik**.

$$f_k = \mu_k N \quad (2)$$

Besar gaya gesekan statis lebih besar dibandingkan gaya gesekan kinetik.

Sebuah balok saat ditarik tetapi belum bergerak, maka dikatakan benda tersebut sudah bekerja gaya gesekan sebesar gaya tarik (yang tertera pada neraca pegas).

Skema Alat :



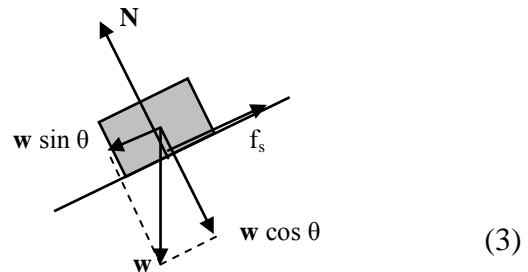
Sebuah balok di atas bidang miring pada saat mulai akan bergerak dan membentuk sudut θ , akan berlaku persamaan

$$f_s = mg \sin \theta \text{ dan } N = mg \cos \theta$$

$$f_s = \mu_s N$$

$$mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta$$

$$\mu_s = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$



Dengan demikian besar koefisien gesekan statis : $\mu_s = \tan \theta$

D. Langkah Percobaan

1. Gesekan Kinetik

1. Timbang balok kayu atau papan tebal dengan neraca pegas (m).
2. Letakkan balok kayu tersebut di atas bidang datar dan kaitkan balok dengan neraca pegas
3. Tarik neraca pegas secara perlahan dengan kecepatan tetap dan baca gaya tarik yang ditunjukkan pada neraca pegas.
4. Ulangi percobaan dengan cara menambah beban di atas balok kayu.

2. Gesekan Statik

Cara 1

1. Timbang balok kayu atau papan kayu tebal.
2. Letakkan balok kayu di atas bidang datar dan kaitkan neraca pegas dengan balok.
3. Tarik neraca pegas pelan sampai balok mulai akan bergerak dan catat besarnya gaya yang ditunjukkan pada neraca pegas.
4. Ulangi percobaan dengan cara menambah beban di atas balok kayu.

Cara 2

1. Letakkan balok kayu di atas bidang miring dalam keadaan mendatar.
2. Angkat ke atas ujung bebas bidang datar sampai balok mulai bergerak, dan sudut bidang.
3. Ulangi percobaan sampai beberapa kali.
4. Ulangi lagi dengan menambah beban di atas balok kayu.

D. Tugas / Pertanyaan

1. Hitung besar koefisien gesekan kinetik dan statik.
2. Buat kesimpulan dari hasil percobaan yang diperoleh

PERCOBAAN 3

MODULUS YOUNG

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :
Mengukur modulus Young suatu kawat logam.

B. Alat dan Bahan

- | | | |
|-------------------|----------------------|--------------|
| 1. statip | 3. roolmeter | 5. dialmeter |
| 2. beban pemberat | 4. mikrometer sekrup | |

C. Dasar Teori

Banyak benda yang berubah bentuk karena pengaruh gaya. Akan tetapi, benda itu akan pulih kembali seperti semula jika gaya yang mengenainya dihilangkan. Sifat benda ini disebut elastis., kenyal atau lentur. Contoh benda elastis adalah karet, pegas, kawat. Sebuah benda jika dikenai gaya terus beruha tetapi setelah gaya dihilangkan benda tadi tidak dapat pulih seperti semula dinamakan benda tak elastis.

Secara sederhana, perubahan bentuk akibat adanya gaya dibedakan menjadi tiga, yaitu **regangan**, **mampatan**, dan **geseran**. **Regangan** terjadi jika dua buah gaya yang mengenai benda sama besar, segaris, dan arahnya saling mendekati. **Geseran** terjadi jika dua buah gaya yang mengenai benda sama besar, bekerja pada tepi benda pada sisi yang berlainan, dan arahnya saling menjauhi. Jika benda yang yang ditinjau berupa batang panjang, perubahan yang terjadi berupa perubahan panjang. Perubahan seperti itu disebut regangan (strain).

Regangan didefinisikan sebagai perubahan panjang tiap satu satuan panjang benda.

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (1)$$

e = regangan (starin)
 ΔL = perubahan panjang
 L_0 = panjang mula-mula

Tegangan benda didefinisika sebagai gaya yang bekerja pada benda tiap satu satuan luas.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

σ = tegangan / steress
 F = gaya

A = luas penampang

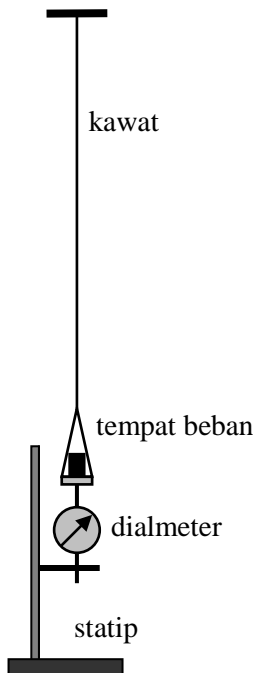
Perbandingan antara tegangan tarik dengan regangan tarik, atau perbandingan tegangan kompresi dengan regangan kompresi dinamakan **modulus Young**.

$$E = \frac{\text{tegangan tarik}}{\text{regangan tarik}} = \frac{\text{tegangan kompresi}}{\text{regangan kompresi}}$$

$$E = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} = \frac{FL_0}{A\Delta L} \quad (3)$$

D. Langkah Percobaan

Skema Alat



1. Siapkan peralatan yang diperlukan.
2. Ukur panjang kawat (L) dan diameter kawat (d).
3. Atur alat dialmeter pada statip sampai ujungnya menyentuh tempat beban dan sedikit agak menekan diameter dan catat posisi awal angka yang ditunjukkan pada dialmeter.
4. Tambah beban pada tempat beban dan catat angka pada dialmeter.
5. Ulangi untuk berat beban yang lain.
6. Ulangi lagi untuk jenis kawat yang lain.

E. Tugas / Pertanyaan

1. Hitung besar modulus Young masing-masing kawat.
2. Beri kesimpulan dari hasil percobaan yang anda peroleh.

PERCOBAAN 4 KESEIMBANGAN GAYA

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

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

B. Alat dan Bahan

- | | | |
|----------|----------------|-----------------|
| - statif | - neraca pegas | - skala |
| - beban | - batang kayu | - neraca lengan |

C. Dasar Teori

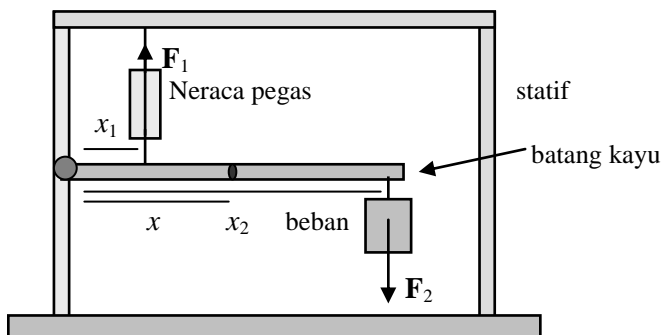
Momen gaya merupakan hasil perkalian lengan dengan gaya secara vektor

$$\Gamma = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \tag{1}$$

Pada keseimbangan gaya berlaku persamaan

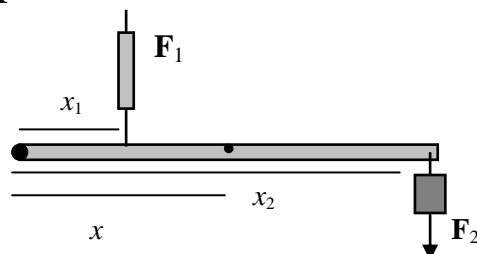
$$\sum F = 0 \tag{2}$$

$$\sum \Gamma = 0 \tag{3}$$

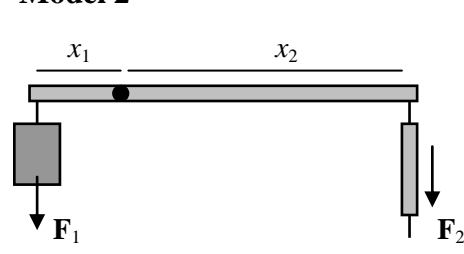


D. Langkah Percobaan

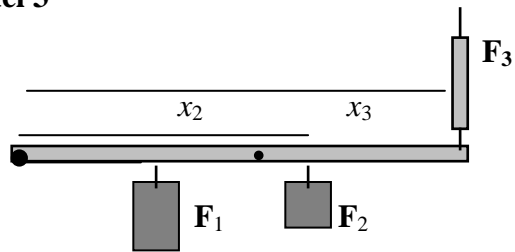
Model 1



Model 2



Model 3



1. Susun alat seperti skema alat di atas
2. Lakukan percobaan seperti pada model 1, model 2 dan model 3, dengan mengukur panjang x dan gaya F .

E. Tugas / Pertanyaan

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

PERCOBAAN 5

MASSA JENIS ZAT

I. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Mengukur panjang dan massa secara benar
2. Menentukan massa jenis zat.

II. Alat dan Bahan

- neraca lengan
- mistar, jangka sorong
- gelas Ukur
- ztt cair (air, spiritus, air garam)
- zat padat, (logam, ketela/kentang)
- pipa Y (alat Hare), bekerglass.

III. Dasar Teori

Massa jenis zat

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

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Dalam hal ini

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 hidrostatis sebesar

$$p = \rho gh \quad (2)$$

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.

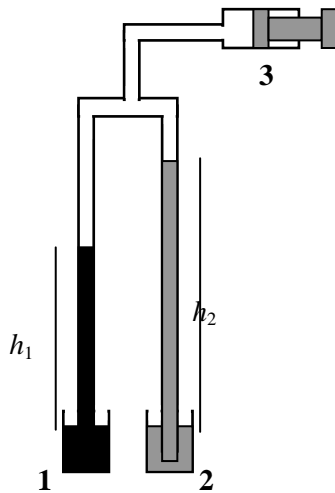
IV. Langkah Percobaan

Kegiatan 1

1. Ambil ubi atau kentang dan irislah membentuk balok atau bentuk lainnya sehingga bentuknya beraturan (bahan dan pisau disiapkan praktikan dari rumah).
2. Ukurlah panjang, lebar dan tinggi hasil irisan yang Anda lakukan.
3. Timbanglah irisan tersebut dengan neraca.
4. Ulangi untuk bahan yang lain.
5. Ambil batu yang bentuknya tidak beraturan.
6. Ukur volumenya dengan gelas ukur yang diberi air (sebelumnya batu diikat benang).
7. Ukur massa batu dengan neraca.
8. Catat hasil pengukuran pada tabel.

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).

Massa jenis cairan dapat dicari dengan persamaan

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

ρ_1 = massa jenis air (1 g/cm³).

V. Tabel Pengamatan

Kegiatan 1

No	Nama Zat	Bentuk	p (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)

VI. Tugas / Pertanyaan

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

PERCOBAAN 6

HUKUM BOYLE

A. Tujuan :

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan hubungan tekanan dan volume pada suhu tetap
2. Mencari hubungan antara tekanan dan volume pada suhu tetap.

B. Alat dan Bahan

- set alat hukum Boyle
- barometer
- termometer

C. Dasar Teori

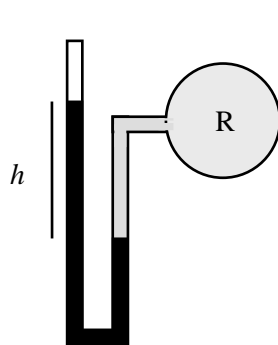
Suatu gas pada volume, tekanan, dan suhu tertentu dapat mengalami tiga proses, antara lain proses isotermis (suhu tetap), isokhorik (volume tetap), dan isobarik (tekanan tetap). Suatu gas pada volume V , jika ditekan pada suhu tetap (isotermis) maka volume akan berkurang dan tekanan gas akan bertambah,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

$$pV = C$$

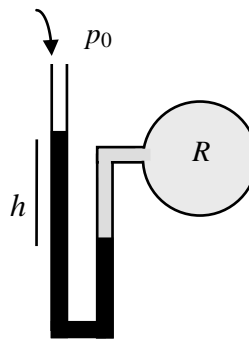
$$p_1V_1 = p_2V_2$$

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

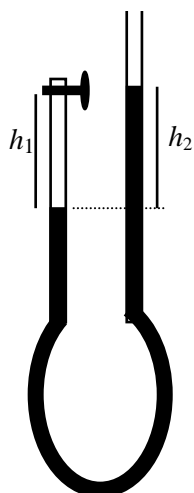
$$p = h \text{ cm Hg}$$

Sedang tekanan ruangan R pada manometer terbuka :

$$p = p_0 + h$$

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.

PERCOBAAN 7

TERMOMETER GAS

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan hubungan suhu dan tekanan gas pada volume tetap.
2. Menentukan hubungan antara suhu dan tekanan pada volume tetap.

B. Alat dan Bahan

- set alat termometer gas
- beerglass
- termometer
- pemanas (heater)
- barometer

C. Dasar Teori

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

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

p = tekanan

T = suhu

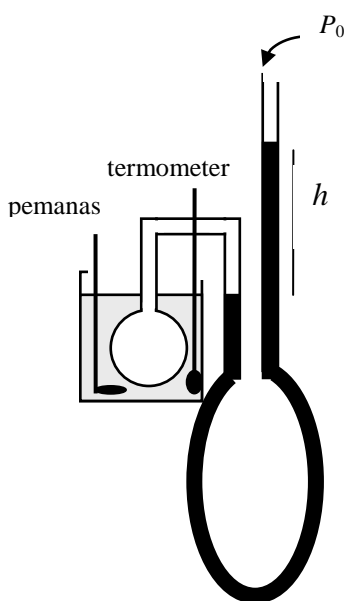
Jika suatu ruangan berisi gas dipanaskan pada volume tetap, maka tekanan akan naik. Dengan prinsip ini dapat dipergunakan untuk mengukur suatu zat. Telah kita ketahui bahwa untuk menentukan suatu zat dipergunakan sebuah termometer. Pada termometer cairan pada prinsipnya digunakan dua titik acuan, yaitu 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 beerglass yang telah berisi air, juga masukkan pemanas (heater) dan termometer.
2. Atur pipa sebelah kanan sehingga permukaan raksa sama tingginya dengan permukaan raksa pada pipa sebelah kiri.
3. Panaskan air (menghidupkan heater) 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)

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 8
PENGARUH ZAT TERLARUT TERHADAP
TITIK DIDIH AIR

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan, diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menunjukkan pengaruh zat terlarut terhadap titik didih air.
2. Mengukur titik didih larutan zat cair.

B. Alat-alat

- beerglass
- termometer
- pemanas / heater
- air
- garam dapur (NaCl)
- gula pasir

C. Dasar Teori

Air jika diberi kalor, maka suhu air akan naik sampai suhu tertentu air tersebut akan mendidih. Pada saat air mendidih berarti wujud zat cair (air) akan berubah menjadi uap air. Besar titik didih air tergantung tekanan udara di atasnya, semakin besar tekanan di atasnya akan semakin tinggi titik didihnya. Sebaliknya semakin kecil tekanan udara di atasnya, akan semakin rendah titik didihnya.

Secara teori hubungan titik didih cairan dengan tekanan udara di atasnya, dengan menggunakan persamaan **Clausius-Clapeyron**.

$$\frac{dp}{dT} = \frac{l_{fg}}{T(v_g - v_f)}$$

Keterangan :

- p = tekanan (cm Hg ; N/m²)
- T = suhu (K)
- l = kalor laten (J/kmol ; kal/mol)
- v = volume jenis cairan (m³/mol ; cm³/mol)

Contoh, pada tekanan 1 atm, air mendidih pada suhu 100°C. Berapa titik didih air pada tekanan p_x atm. Kalor uap air 539 kal/gram, $R = 8,31$ joule/mol K.

Mengingat volume 1 gram air \ll volume 1 gram uap air (pada 1 atm 1 gram air = 1670 cm^3 uap air), maka volume air dapat diabaikan terhadap volume uap air. Sehingga $(v_3 - v_2) = v$ saja, sehingga berlaku persamaan

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T \cdot v} \quad \text{dengan } pv = RT \rightarrow v = \frac{RT}{p}$$

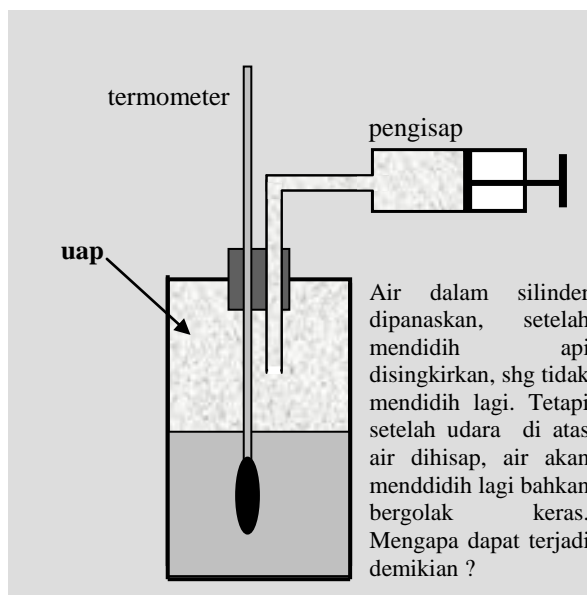
$$\frac{dp}{dT} = \frac{Lp}{RT^2}$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{L}{R} \frac{dT}{T^2}$$

$$\int_{p_x}^{p_n} \frac{dp}{p} = \frac{L}{R} \int_{T_x}^{T_n} \frac{dT}{T^2}$$

$$\ln \frac{p_n}{p_x} = -\frac{L}{R} \left(\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_x} \right)$$

Titik didih air pada tekanan p_x
dapat dicari besarnya



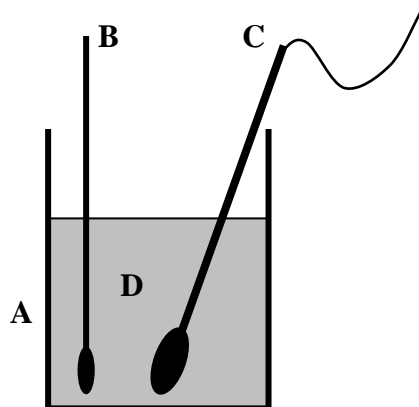
Jika di dalam silinder berisi zat cair jenis lain atau merupakan suatu larutan, maka besar R nya yang berbeda.

Dalam kehidupan sehari-hari jika kita mendidihkan air di dekat permukaan air laut akan berbeda besarnya jika kita mendidihkan air di daerah gunung yang tinggi. Bagaimana titik didih air pada masakan, gulai misalnya? Besar mana titik didih air murni dengan titik didih cairan masakan gulai atau kuah yang kental lainnya?

Untuk mengetahui pengaruh zat terlarut terhadap titik didih perlu dilakukan percobaan. Dalam hal ini zat yang dilarutkan adalah garam dapur dan gula pasir. Di samping itu juga perlu dilakukan percobaan untuk zat cair yang lain, seperti alkohol / spiritus pada berbagai konsentrasi.

D. Langkah Percobaan

Skema Alat



Keterangan

- A : beerglass
- B : termometer
- C : heather/pemanas
- D : larutan

1. Masukkan air 200 ml ke dalam beerglass.
2. Panaskan air dengan menggunakan heather sampai mendidih dan ukur suhu titik didih air tersebut.
3. Masukkan garam dapur 5 gram ke dalam 200 ml air, aduk dan panaskan dengan heather serta ukur suhu titik didihnya.
4. Lakukan percobaan untuk konsentrasi larutan garam dapur yang lain dengan menambah tiap percobaan sebanyak 5 gram lagi.
5. Ulangi percobaan untuk larutan gula, dan lakukan seperti di atas.

E. Tabel Percobaan

No.	Konsentrasi larutan	Titik didih T ($^{\circ}\text{C}$)
1.
2.
3.
4.
5.

E. Tugas / Pertanyaan

1. Buat grafik hubungan titik didih larutan dengan konsentrasi larutan.
2. Buat kesimpulan dari hasil percobaan yang anda lakukan.

PERCOBAAN 9

MELDE

A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menunjukkan gelombang diam pada dawai
2. Menentukan kelajuan gelombang pada dawai

B. Alat dan Bahan

- alat Melde
- skala
- 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

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1)$$

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

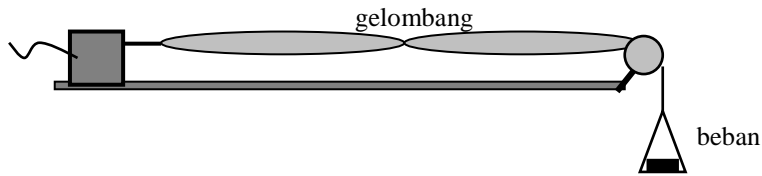
$$v = f\lambda \quad \text{atau} \quad v = \frac{\lambda}{T} \quad (2)$$

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 .
2. Hubungkan alat Melde dengan sumber listrik ac.
3. Beri beban pada tempat beban sehingga pada tali membentuk pola gelombang diam.
4. Hitung jumlah perut yang terjadi.
5. Ulangi untuk jumlah perut yang lain, dengan mengatur besarnya gaya tegangan tali.
6. Frekuensi getaran dianggap sama dengan 50 Hz.

F. Tugas / Pertanyaan

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

PERCOBAAN 10

RESONANSI PADA KOLOM UDARA

I. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan, mahasiswa diharapkan dapat :

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

II. Alat dan Bahan

- | | | |
|---------------|--------------|-------------|
| - tabung kaca | - air | - amplifier |
| - speaker | - skala | |
| - AFG | - tandon air | |

III. 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

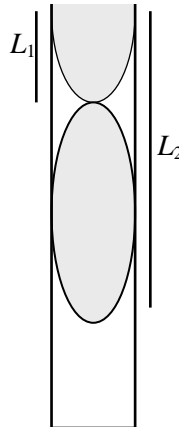
$$L_2 - L_1 = \frac{1}{2} \lambda$$

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)



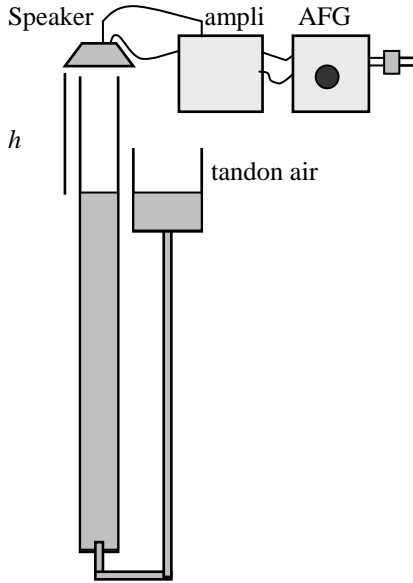
(1)

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

$$v = f\lambda \tag{2}$$

f = frekuensi (Hz)

IV. 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.

V. Tabulasi Data Pengamatan

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

Suhu :°C

VI. 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, Jakarta
- 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, *Físika*, Jilid 1, Terjemahan : Lea Prasetyo & Rahmad W Adi, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

Massa Jenis Beberapa Macam Zat

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

Massa Jenis dan volume Jenis Air

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

Tabel Panas Jenis Zat

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

Sumber : (Sears, 1985)

Tekanan Uap atau titik Didih Air

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

Sumber : (Sears, 1985)

Tabel Modulus Young Bahan

Bahan	Modulus Young E 10^9 (N/m ²)
Besi	100
Baja	200
Kuningan	100
Aluminium	70
Beton	20
Batu bata	14
Marmer	50
Granit	45
Nilon	5
Tulang	15