



MODUL PRAKTIKUM FISIKA DASAR

Tahun Akademik 2026–2027



LABORATORIUM FISIKA DASAR
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Disusun oleh:
Kusairi, dkk.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmatnya sehingga kami bisa menyelesaikan buku petunjuk praktikum ini.

Buku petunjuk praktikum ini merupakan hasil revisi dari buku petunjuk sebelumnya yang bertujuan agar mahasiswa dapat melaksanakan kegiatan praktikum dengan baik dan benar sekaligus untuk menambah wawasan terhadap teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan serta untuk membantu menambah keterampilan mahasiswa dalam melakukan kerja di laboratorium.

Buku petunjuk praktikum ini terdiri dari materi-materi listrik, magnet, optik, lensa dan radioaktiv. Ditambah bagian pendahuluan diberikan cara penulisan laporan.

Kami juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku petunjuk ini.

Kami menyadari buku petunjuk ini masih banyak kekurangannya, oleh karena itu kami mengharapkan koreksi, perbaikan dan saran untuk sempurnanya buku ini pada edisi berikutnya.

Malang, September 2026

Tim Penyusun

PERATURAN KEGIATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

1. PERSYARATAN MENGIKUTI PRAKTIKUM

- Berperilaku dan berpakaian sopan.
- Mengenakan jaz lab
- Mengerjakan tugas pendahuluan atau password (Bab I, Bab II dan Bab III).
- Tas dan buku diletakkan di tempat yang telah disediakan, kecuali alat-alat tulis yang diperlukan.
- Menyiapkan diri dengan materi praktikum yang akan dilaksanakan.
- Laporan praktikum dikumpulkan 1 minggu setelah praktikum. Jika tidak dipenuhi, maka dikenakan sanksi 2.

2. PELAKSANAAN PRAKTIKUM

- Mantaati tata tertib yang berlaku di laboratorium Fisika Dasar
- Tidak diperkenankan mengganggu dan mencampuri kegiatan kelompok lain.
- Mengikuti petunjuk yang diberikan oleh asisten
- Menjaga kebersihan dan bertanggung jawab atas keutuhan alat-alat praktikum
- Setiap alat yang akan digunakan diperoleh dari petugas laboratorium dengan mengisi daftar peminjaman alat. Setelah selesai, alat-alat dirapikan kembali

3. KEHADIRAN

- Praktikum harus diikuti sekurang-kurangnya 80% dari total jumlah praktikum yang diberikan. Jika syarat tersebut tidak terpenuhi, praktikum dinyatakan tidak lulus.
- Ketidakhadiran karena **sakit** harus disertai surat keterangan dari dokter yang diserahkan ke penanggung jawab praktikum, yaitu laboran, paling lambat 1 minggu setelah ketidakhadirannya. Jika tidak dipenuhi, maka dikenakan sanksi 3.
- Keterlambatan kurang dari 15 menit setelah praktikum dimulai dikenai sanksi 4.
- Keterlambatan lebih dari 15 menit setelah praktikum dimulai dikenakan sanksi 1.
- Setiap mahasiswa wajib mengisi daftar hadir

4. PENILAIAN

- Nilai praktikum ditentukan dari nilai Pretes, Postes, Aktivitas, Laporan
- Nilai Akhir Laporan dihitung dari rata-rata nilai seluruh percobaan
- Kelulusan praktikum ditentukan dari besarnya nilai akhir praktikum dan ketidakikutsertaan praktikum ($\geq 80\%$)

5. SANKSI

- **Sanksi 1** : Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga nilai praktikum yang bersangkutan = **NOL**
- **Sanksi 2** = Nilai laporan NOL
- **Sanksi 3** = Nilai praktikum NOL
- **Sanksi 4** = Nilai pretes NOL

6. SANKSI ADMINISTRASI

- Sanksi administrasi diberikan kepada praktikan yang selama kegiatan praktikum berlangsung menimbulkan kerugian, misalnya merusak alat. Nilai denda dan tata cara penggantian disampaikan langsung oleh penanggung jawab praktikum.

7. PRAKTIKUM SUSULAN

- Praktikum susulan hanya diperuntukkan bagi yang berhalangan hadir karena **sakit**. Praktikum susulan dilaksanakan dengan mengikuti kelas atau kelompok lain.

8. LAIN-LAIN

- Praktikum yang tidak dapat dilaksanakan karena hari libur, kegagalan PLN, dsb., akan diganti dengan praktikum pengganti. Waktu disesuaikan dengan asisten, mahasiswa, dan ruang laboratorium.
- **Tata tertib berperilaku sopan di dalam laboratorium antara lain** larangan makan, minum, merokok, menggunakan handpone dan sejenisnya. Selama kegiatan praktikum berlangsung tidak diperkenankan menggunakan handphone untuk bertelepon atau WA kecuali ada ijin dari asisten atau penanggungjawab praktikum
- **Tata tertib berpakaian sopan di dalam laboratorium antara lain** tidak boleh memakai sandal dan sejenisnya.

PENDAHULUAN

1. Deskripsi Praktikum Fisika Dasar

Di Fakultas Sains dan Teknologi UIN MALIKI Malang, mata kuliah Fisika Dasar adalah salah satu mata kuliah TPB (Tahun Pertama Bersama) yang harus ditempuh oleh mahasiswa dari semua program studi di Fakultas Sains dan Teknologi, yaitu Fisika, Matematika, Kimia, dan Biologi. Mata kuliah Fisika Dasar bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang landasan fisika yang bertolak dari pengetahuan fisika yang telah diperoleh di SMA. Topik-topik yang dibahas mencakup mekanika, getaran, gelombang dan bunyi, termodinamika, listrik dan kemagnetan, optika geometrik, serta dasar-dasar fisika modern.

2. Tujuan Praktikum Fisika Dasar

Setelah menempuh matakuliah Praktikum Fisika Dasar, diharapkan mahasiswa dapat:

- Merangkai alat dengan benar
- Menggunakan dan membaca skala alat ukur dengan benar
- Menuliskan dasar teori ringkas yang mendukung percobaan
- Menuliskan langkah-langkah percobaan
- Menganalisis data beserta perhitungan ralatnya dengan benar
- Mendiskusikan hasil analisis data
- Membuat kesimpulan
- Menulis abstrak praktikum dengan benar

Di samping itu, mahasiswa harus mampu bekerja sama dalam kelompok serta melaksanakan praktikum dengan tertib dan disiplin.

3. Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar

Secara teknis, pelaksanaan kegiatan Praktikum Fisika Dasar dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah kegiatan pralaboratorium, tahap kedua adalah pelaksanaan praktikum, sedangkan tahap ketiga adalah pelaporan.

Tahap pralaboratorium

Kegiatan pralaboratorium dalam praktikum Fisika Dasar digunakan untuk membekali mahasiswa agar siap melaksanakan praktikum dengan jenis/judul tertentu. Beberapa kemampuan dasar yang perlu dimiliki mahasiswa sebelum melakukan praktikum antara lain: memahami tujuan praktikum yang akan dilakukan, memahami konsep-konsep yang terkait dengan praktikum, mampu mengidentifikasi variabel yang harus diukur dan dihitung, memahami spesifikasi dan cara menggunakan alat-alat yang akan digunakan, serta mampu menentukan data-data yang harus diperoleh, cara memperolehnya, dan cara menganalisisnya.

Tahap Pelaksanaan Praktikum

Pada tahap pelaksanaan praktikum, mahasiswa dilatih untuk bertindak sebagai peneliti. Oleh karena itu, mahasiswa dituntut untuk bersikap objektif, sistematis, logis dan teliti. Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan mahasiswa adalah melaksanakan praktikum sesuai dengan judul praktikum yang telah ditetapkan dengan materi seperti yang terdapat dalam buku panduan ini. Selanjutnya, kegiatan yang dilakukan mahasiswa diamati oleh pembimbing yang mencakup aspek afektif (sikap) dan aspek psikomotor (keterampilan), kemudian diberi skor tertentu berdasarkan skala penilaian yang telah ditetapkan.

Aspek yang dievaluasi pada tahap pelaksanaan praktikum ini, meliputi:

- Kemampuan merangkai alat dengan benar.
- Kemampuan membaca dan menggunakan skala alat ukur dengan benar.

- Melaksanakan praktikum dengan tertib.
- Kerja sama antaranggota dalam kelompok.

Tahap Pelaporan

Setelah mahasiswa melaksanakan praktikum, mahasiswa memperoleh data pengukuran. Data-data tersebut diolah dan dianalisis untuk selanjutnya dibuat laporan praktikum dalam format seperti contoh laporan yang terlampir pada buku panduan ini. Hasil laporan praktikum tersebut akan dievaluasi oleh pembimbing dengan memberikan skor tertentu sesuai acuan yang telah ditetapkan.

Aspek-aspek penilaian laporan, meliputi:

- Kemampuan merumuskan tujuan.
- Kemampuan menulis dasar teori ringkas yang mendukung percobaan.
- Kemampuan merumuskan langkah-langkah percobaan.
- Kemampuan menganalisis data beserta perhitungan ralatnya secara akurat.
- Kemampuan mendiskusikan hasil analisis data.
- Kemampuan merumuskan kesimpulan.

4. Penilaian Praktikum Fisika Dasar

Penilaian praktikum Fisika Dasar dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap pralaboratorium, tahap pelaksanaan, dan tahap pelaporan. Penilaian tahap pralaboratorium dilakukan secara berkelompok. Dari penilaian ini akan diputuskan apakah suatu kelompok diizinkan atau belum untuk melakukan praktikum. Kelompok yang belum diizinkan untuk praktikum harus meningkatkan persiapannya sehingga diperoleh izin praktikum.

Penilaian tahap pelaksanaan dan tahap pelaporan dilakukan secara individu dengan skor 0-100 untuk masing-masing aspek penilaian. Konversi skor tersebut sebagai berikut

0-49	: E (Sangat Kurang)
50-59	: D (Kurang)
60 -69	: C (Cukup)
70-84	: B (Baik)
85-100	: A (Sangat baik)

KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN

I. Apa Yang Dimaksud Dengan Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Dalam Suatu Eksperimen Dan Kesalahan (*Error*)

Semua pengukuran besaran fisika sudah tentu mengandung ketidakpastian. Seberapa tepat, seberapa akurat, dan seberapa jauh hasil suatu pengukuran eksperimen dapat dipercaya sangat ditentukan oleh seberapa akurat kita dapat menaksir atau memperkirakan besaran ketidakpastian pengukuran tersebut. Misalnya, harga sebuah tahanan (resistor) yang diukur menggunakan alat multimeter digital yang akurat adalah $20.03 \pm 0.01 \text{ ohm}$. Angka tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran harga tahanan yang benar diharapkan berada antara 20,02 ohm dan 20,04 ohm. Rentang angka di mana harga yang diharapkan tersebut terletak disebut sebagai ketidakpastian (*uncertainty*) dalam suatu pengukuran. Angka tersebut juga sekaligus menyatakan keakuratan atau ketepatan (*accuracy*) data hasil pengukuran kita. Semakin sempit rentang angka, semakin tepat dan akuratlah data hasil pengukuran kita, demikian juga sebaliknya.

Kita juga sering mengatakan bahwa selisih antara harga yang benar (*the true value*) dari suatu besaran dan harga terukurnya (*the measured value*) dianggap sebagai 'kesalahan' atau error dari pengukuran yang telah dilakukan. Sebenarnya, perbedaan tersebut lebih tepat bila disebut sebagai 'deviasi' atau simpangan (*deviation*) dari pengukuran, sedangkan kata 'error' dipergunakan untuk menyatakan maksud bila kita umumnya telah melakukan kesalahan.

Dalam banyak pengukuran, nilai yang benar dari suatu besaran sering kali tidak diketahui atau bahkan mungkin tidak dapat diketahui. Sebagai contoh, untuk mengukur suatu besaran fisis tertentu yang sama, dua kelompok mahasiswa menggunakan alat dan metode eksperimen yang sama serta tingkat ketelitian kerja yang dapat dikatakan sama pula, namun ternyata mereka memperoleh hasil pengukuran yang agak berbeda satu sama lain, *misalnya* (5.00 ± 0.02) dan (5.02 ± 0.02) . Masing-masing kelompok mengklaim bahwa 'error' yang telah mereka peroleh lebih kecil dibandingkan dengan error kelompok lain. Untuk contoh kasus ini, yang sesungguhnya terjadi adalah kedua kelompok mahasiswa tersebut telah bekerja dengan benar, yaitu mengikuti langkah atau prosedur eksperimen dengan benar; tingkat ketepatan dan ketelitian pengukuran yang digunakan juga sudah sesuai, sehingga hasil yang mereka peroleh juga benar. Meski (secara tidak sengaja) mereka memperoleh harga yang sedikit berbeda satu sama lain, hal itu tidak berarti bahwa kedua kelompok telah melakukan kesalahan atau error.

II. Mengapa Ketidakpastian/Ralat hasil pengukuran dalam eksperimen dianggap penting?

Untuk menerangkannya, sekarang kita gunakan kembali contoh hasil pengukuran terhadap harga tahanan tersebut di atas. Bila tahanan tersebut dipanaskan hingga mencapai suhu 100°C , ternyata nilai tahanan terukur menjadi $20,04 \Omega$. Apa maksudnya ini? Apabila kedua harga tersebut di atas (sebelum dan sesudah dipanaskan, yaitu $20,03 \Omega$ dan $20,04 \Omega$) dipakai tanpa memperhitungkan faktor ketidakpastiannya, maka kita akan menyimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan harga tahanan sebesar $20,04 \Omega - 20,03 \Omega = 0,01 \Omega$. Sebaliknya, dengan memperhitungkan faktor ketidakpastian yang sama untuk pengukuran harga tahanan pada suhu 100°C , yaitu $\pm 0,01 \Omega$, maka dapat dikatakan bahwa harga sebenarnya dari tahanan mungkin tidak berubah atau bahkan turun. Jadi, telah terjadi perubahan harga tahanan yang terukur dari -0.01Ω menjadi $+0.03 \Omega$.

Dari contoh tersebut di atas dan untuk kasus-kasus lain pada umumnya, terlihat jelas bahwa ketidakpastian suatu pengukuran merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhitungkan dalam kegiatan eksperimen, karena hal itu menunjukkan seberapa akurat dan tepat data hasil pengukuran kita terhadap nilai sebenarnya.

Untuk keperluan lebih luas lagi, sebenarnya ada tiga alasan utama mengapa kita harus memperhitungkan faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dan ketepatan (*accuracy*) setiap kali kita mengambil data dalam bereksperimen, yaitu:

1. Agar orang lain yang nantinya akan menggunakan data hasil pengukuran kita dapat mengetahui secara persis seberapa tepat dan akurat data-data tersebut untuk keperluan mereka sendiri.
2. Agar hipotesis-hipotesis yang didasarkan pada data hasil pengukuran tersebut dapat ditarik dan kebenarannya diuji secara tepat.
3. Selain itu, dalam sejarah perkembangan ilmu pengetahuan alam yang telah terjadi selama ini, diperoleh fakta bahwa selalu terjadi perbedaan antara harga teoritis (*the expected value*) dari suatu besaran fisis dan harga terukurnya (*the measured value*), meski sekecil apa pun perbedaan tersebut. Dan perbedaan tersebut selalu terjadi, walaupun alat, metode dan prosedur eksperimen yang dipergunakan sudah makin canggih dan modern.

III. Sumber-sumber Ketidakpastian

Ada tiga sumber utama ketidakpastian pengukuran suatu eksperimen, yaitu:

1. Ketidakpastian Sistematis (Systematic Uncertainty)

Ketidakpastian sistemik ini terjadi karena kesalahan (*faults*) yang disebabkan oleh penggunaan alat atau dapat berupa kesalahan yang memang sebelumnya sudah ada pada alat itu sendiri. Oleh karenanya, apabila ketidakpastian itu memang terletak pada alat, kapan pun alat tersebut dipergunakan, maka alat tersebut akan memproduksi ketidakpastian yang sama pula. Yang termasuk ketidakpastian sistematis diantaranya adalah:

a. Ketidakpastian Alat (*Instrument Errors*)

Ketidakpastian ini muncul akibat kalibrasi skala penunjukan angka pada alat yang tidak tepat, sehingga pembacaan skala menjadi tidak sesuai dengan yang seharusnya. Misal, kuat arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian listrik tertutup seharusnya 2A, tapi harga itu selalu terukur pada Ampere meter sebagai 2.3A.

Untuk mengatasinya, (1) kita kalibrasi skala alat itu sehingga penunjukan angkanya menjadi benar, atau (2) kita ganti saja alat itu dengan alat lain yang lebih tinggi tingkat ketelitiannya.

b. Kesalahan/ketidakpastian Nol (*Zero Errors*)

Ketidakpastian pengukuran ini muncul karena angka penunjukan alat ukur tidak menunjuk angka NOL saat dipergunakan, atau hasil pengukuran alat sudah tidak nol sebelum dipakai. Cara menanggulanginya adalah memastikan bahwa skala alat ukur sudah menunjuk angka nol sebelum digunakan.

c. Waktu Respon Yang Tidak Tepat

Ketidakpastian pengukuran ini muncul akibat waktu pengambilan data (pengukuran) tidak bersamaan dengan saat data yang seharusnya diukur muncul, sehingga data yang diperoleh bukanlah data yang sebenarnya diinginkan. Yang sering kali terjadi pada kegiatan praktikum adalah pengukuran baru dilakukan setelah data yang seharusnya kita ambil telah lewat. Misalnya, kita ingin mengukur suhu air pada 70°C, dan pada kegiatan praktikum yang sedang dilakukan, kita tidak mengukur suhu air yang sedang dipanaskan tepat pada suhu 70°C, melainkan pada suhu lain di atasnya, dll.

d. Kondisi Yang Tidak Sesuai (*Improper Conditions*)

Ketidakpastian ini muncul akibat kondisi alat ukur yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi pengukuran yang diinginkan. Misalnya, sebuah penggaris yang terbuat dari bahan logam tidak pas/sesuai bila dipakai untuk mengukur panjang suatu bahan pada suhu tinggi, karena penggaris tersebut akan memuai pada suhu tinggi tersebut.

2. Ketidakpastian Random (Random Errors)

Ketidakpastian ini biasanya terjadi pada pengukuran besaran yang dilakukan secara berulang, sehingga hasil yang diperoleh akan bervariasi dari nilai rata-rata. Hasil-hasil pengukuran tersebut menjadi berbeda satu sama lain karena: (i) momen tiap pengukuran yang kita lakukan memang berbeda satu dengan lainnya, (ii) ketidakpastian yang ditimbulkan oleh alat ukur, (iii) atau sumber-sumber ketidakpastian lain yang berkaitan dengan kegiatan pengukuran itu sendiri.

3. Kesalahan Dari Pihak Manusia (Human Errors)

Ketidakterampilan kita dalam mengoperasikan atau membaca alat ukur menjadi penyebab munculnya ketidakpastian ini. *Misalnya, pembacaan paralaks, perhitungan yang keliru, dan lain-lain.*

IV. Cara Menentukan Ketidakpastian/Ralat Hasil Suatu Pengukuran.

Metode dasar berikut ini sesuai untuk diterapkan pada Praktikum di Tingkat Pertama Bersama (TPB), yaitu:

1. Ketidakpastian Untuk Pengukuran Tunggal

Pada umumnya, besar ketidakpastian pengukuran tunggal ditetapkan sama dengan satu kali skala terkecil pada alat ukur. *Misal*, mistar pengukur panjang mempunyai skala terkecil = 0.1 mm. Bila hasil pengukuran panjang suatu benda = 12.45 mm, maka panjang benda tersebut dituliskan:

$$(12.45 \pm 0.10) \text{ mm} = (1.245 \pm 0.010) 10^2 \text{ mm} \\ = (1.245 \pm 0.010) 10^2 \text{ m}$$

dimana:

$$\begin{aligned} 1.245 \times 10^{-2} \text{ m} &= \text{Hasil pengukuran tunggal} \\ 0.010 \times 10^{-2} \text{ m} &= \text{Ketidakpastian mutlak} \\ (0.010 \times 10^{-2}) / (1.245 \times 10^2) &= 0.008 = \text{Ketidakpastian relatif} \\ 0.008 \times 100\% &= 0.08\% = \text{Ketidakpastian prosen} \\ 100\% - 0.08\% &= 99.92\% = \text{Taraf ketelitian} \end{aligned}$$

2. Ketidakpastian Untuk Pengukuran Yang Berulang

Misal untuk mengukur panjang suatu benda dilakukan pengukuran sebanyak sepuluh kali dan hasilnya ditabelkan sebagai berikut:

No.	X(mm)	d	d ²
1	16.9	0.3	0.09
2	16.4	0.2	0.04
3	16.7	0.1	0.01
....	16.7	0.1	0.01
9	16.5	0.2	0.04
10	16.4	0.2	0.04
Jumlah	166.0	1.2	0.22
	$X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n$ = 166/10 = 16.6	$d_{\text{rata-rata}} = \sum d/n$ = 1.2/10 = 0.12	

dimana

n = Jumlah pengukuran

X = Hasil pembacaan untuk tiap pengukuran

d = deviasi atau penyimpangan, yaitu selisih antara tiap pengukuran dan rata-rata dari seluruh pengukuran.

$d_{\text{rata-rata}}$ = Rata-rata hasil pengukuran

Hasil pengukuran tersebut di atas, ditulis sebagai:

$X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$ dengan ΔX = ketidakpastian mutlak.

Ada beberapa cara untuk menuliskan hasil pengukuran tersebut di atas yaitu:

a. $X_{\text{rata-rata}} = (X_{\text{maks}} + X_{\text{min}})/2 = (16.9 + 16.4)/2 = 16,65 \text{ mm}$

$$\Delta X = (X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})/2 = (16.9 - 16.4)/2 = 0.25$$

Jadi, $X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$

$$= (16.65 \pm 0.25) \text{ mm} = (1.67 \pm 0.03)10$$

Ketidakpastian prosen = $(0.25/16.65) \times 100\% = 1.5\%$

Taraf ketelitian = 98.5%

b. $X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n = 166/10 = 16.6 \text{ mm}$

$$\Delta X = d_{\text{maks}} = 0,3 \text{ mm}$$

Jadi $X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$

$$= (16.6 \pm 0.3) \text{ mm}$$

$$= (1.66 \pm 0.03) 10^{-2} \text{ m}$$

Ketidakpastian prosen = $0.03/1.66 \times 100\%$

$$= 1.8\%$$

Taraf ketelitian = 98.2%

c. $X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n$

$$= 166/10$$

$$= 16.6 \text{ mm}$$

$$\Delta X = \text{SD (std dev)}$$

$$= \tau_{n-1}$$

$$= \sqrt{(\sum d^2)/(n-1)}$$

$$= \sqrt{(0.22)/(10-1)} = 0.16$$

Jadi, $X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$

$$= (16.60 \pm 0.16) \text{ mm}$$

$$= (1.66 \pm 0.02) 10^{-2} \text{ m}$$

Ketidakpastian prosen = $0.02/1.66 \times 100\%$

$$= 1.2\%,$$

Taraf ketelitian = 98.8%

d. $X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n = 166/10 = 16.6 \text{ mm}$

$$\Delta X = \text{SE (stderror)} = \left[\frac{(\sum d)^2}{(n-1)n} \right]$$

$$= [(0.22)/(10-1)10] = 0.05$$

Jadi, $X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X = (16.60 \pm 0.05) \text{ mm}$

$$= (1.660 \pm 0.005)10^{-2} \text{ m}$$

Ketidakpastian prosen = $0.005/1.660 \times 100\%$

$$= 0.3\%$$

Taraf ketelitian = 99.7%

V. Perhitungan Bilangan Yang Mengandung Ketidakpastian

1. Fungsi Penjumlahan dan Pengurangan

Jika $X = (x \pm \Delta x)$ dan $Y = (y \pm \Delta y)$. Ingin dihitung nilai dari fungsi $R = X \pm Y$. Maka

diperoleh $R = (r \pm \Delta r) = (x + \Delta x) \pm (y \pm \Delta y)$, sehingga

didapat bahwa:

$$\Delta r = \Delta x + \Delta y$$

Perhatikan: baik untuk fungsi penjumlahan maupun pengurangan, Δr selalu merupakan hasil penjumlahan antara Δx dan Δy , dan bukan merupakan hasil pengurangan antara keduanya. Kenapa demikian? hal ini disebabkan karena ketidakpastian suatu fungsi senantiasa lebih besar dari ketidakpastian masing-masing komponen dari fungsi itu sendiri, dan tidak mungkin bahwa ketidakpastian akan saling meniadakan satu sama lain.

Contoh, Jika $A = B + C$ dan $D = B - C$
 dengan $B = (10 \pm 0.2) \text{ m}$ dan $C = (5.0 \pm 0.1)$
 maka $A = (15.0 \pm 0.3) \text{ m}$ dan $D = (5.0 \pm 0.3) \text{ m}$

2. Fungsi Perkalian dan Pembagian

☑ Untuk Fungsi Perkalian.

Seperti di atas, jika $X = (x \pm \Delta x)$ dan $Y = (y \pm \Delta y)$. Ingin dihitung nilai fungsi $R = XY$. Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} R &= (r \pm \Delta r) \\ &= (x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y) = xy \pm y\Delta x \pm x\Delta y + \Delta x\Delta y \\ &= xy + y\Delta x + x\Delta y + \Delta x\Delta y \end{aligned}$$

Perhatikan sekali lagi bahwa ketidakpastian tidak mungkin saling meniadakan, sehingga kita bisa meniadakan tanda negatif pada persamaan di atas.

Selanjutnya, apabila perolehan di atas kita bagi dengan R dan kita abaikan hasil dari suku $\Delta x\Delta y$, maka didapat hasil sebagai berikut:

$$\Delta r/r = \Delta x/x + \Delta y/y$$

Catatan: Bila $X = (x \pm \Delta x)$ dikalikan dengan suatu bilangan konstan, maka ketidakpastian hasil perkalian tersebut sama dengan ketidakpastian X , yaitu Δx , sebab konstanta tidak memiliki ketidakpastian.

☑ Untuk Fungsi Pembagian

Ingin dihitung nilai $R = X/Y$, jika X , Y , dan R masing-masing sama seperti di atas.

$$\begin{aligned} \text{Maka } R &= (r \pm \Delta r) \\ &= (x \pm \Delta x) / (y \pm \Delta y) \\ &= [(x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y)] / [y^2 - (\Delta y)^2] \\ &= [(x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y)] / y^2 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan prinsip yang sama seperti pada perkalian di atas, maka diperoleh,

$$\Delta r/r = \Delta x/x + \Delta y/y$$

3. Fungsi Pangkat

$$\begin{aligned} \text{Jika } R = x^n \text{ maka } R &= (r \pm \Delta r) = (x \pm \Delta x)^n = x^n (1 \pm \Delta x/x)^n \\ &= x^n [1 \pm ((n \Delta x)/x)]. \end{aligned}$$

Dengan menggunakan teorema binomial untuk harga $\Delta x/x$ yang kecil (*tidak dibahas disini*), maka diperoleh bahwa :

$$\Delta r/r = n(\Delta x/x)$$

Contoh: Jika ingin dihitung nilai dari fungsi $P = PR - D$,

dengan $I = (200 \pm 2) \text{ mA}$,

$R = (5.0 \pm 0.2) \text{ Q}$,

$$D = (40 \pm 10) \text{ mW}, \text{ maka } PR = (0.2)^2 \times 5 \text{ W} \\ = 0.200 \text{ W dan } P = 0.160 \text{ W}.$$

Tahap pertama, dihitung terlebih dahulu ketidakpastian relatif dari PR, yaitu

$$\Delta (PR)/(PR) = \Delta (P)/P + \Delta R/R \\ = 2 \Delta I/I + \Delta R/R \\ = 2 (2/200) + (0.2/5) \\ = 0.060$$

Selanjutnya, ketidakpastian mutlak dari $\Delta(PR)$ dapat ditentukan sebesar,

$$\Delta (PR) = 0.060 \times 0.200 \text{ W} \\ = 0.012 \text{ W}.$$

Akhirnya, ketidakpastian mutlak dari ΔP dapat dicari, yaitu

$$\Delta P = \Delta (PR) + \Delta D \\ = (0.012 + 0.010) \text{ W} \\ = 0.022 \text{ W}.$$

Dan jawaban dari pertanyaan yang dicari adalah, $P = (0.16 \pm 0.02) \text{ W}$.

VI. Angka Penting

Untuk menuliskan hasil pengukuran dari suatu kegiatan praktikum, kita perlu memperhatikan tata cara penulisan angka penting. Tingkat ketelitian suatu pengukuran akan tercermin dari jumlah angka penting yang dituliskan dalam laporan praktikum. Angka penting atau *significant figures* adalah angka hasil perhitungan yang diperoleh dari kegiatan pengukuran dalam praktikum. Jumlah angka penting menunjukkan seberapa akurat dan seberapa teliti hasil pengukuran kita terhadap suatu besaran tertentu.

1. Beberapa Ketentuan Tentang Penulisan Angka Penting

- Jika ada tanda titik yang menyatakan desimal (di Indonesia dinyatakan dengan koma), maka angka nol atau angka bukan nol yang terletak paling kanan merupakan angka penting paling kanan.
- Jika tidak ada tanda desimal, maka angka bukan nol yang terletak paling kanan merupakan angka penting paling kanan.
- Jika ada atau tidak ada tanda desimal, maka angka bukan nol yang terletak paling kiri merupakan angka penting paling kanan.
- Angka-angka yang berada diantara angka penting paling kiri atau angka penting paling kanan merupakan angka penting.

Contoh:

Satu angka penting : 1; 1.0; 100×10^{-2} ; 0.001×10^{-3}
 Dua angka penting : 0.10×10^{-1} ; 0.010×10^2 ; 0.00010×10^4
 Tiga angka penting : 1.00; 0.100×10^1 ; 0.010×10^2
 Empat angka penting : 1234; 1.234×10^3 ; 0.1234×10^4 ; 123400
 Lima angka penting : 123.000; 1.2300×10^2 ; 0.12300×10^3

2. Angka Penting Dari Hasil Pengukuran

Angka penting yang diperoleh dari hasil pengukuran terdiri dari angka pasti dan angka taksiran. Angka taksiran disebut sebagai angka yang diragukan (*doubtful figure*). Makin teliti suatu pengukuran, makin banyak angka penting yang dituliskan. *Misal*, untuk mengukur panjang benda dipergunakan penggaris yang mempunyai skala terkecil mm dari hasil pengukuran, didapat:

$$X = 1.25 \text{ mm} = 1.25 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow 12 = \text{angka penting dan } 0.5 = \text{angka taksiran}.$$

Hasil pengukuran tersebut dituliskan dengan 3 angka penting. Hasil pengukuran tersebut dituliskan,

$$X = (12.5 \pm 1.0) \text{ mm} = (12.5 \pm 1.0) \times 10^3 \text{ m} = (12.5 \pm 0.10) \times 10^{-2} \text{ m}.$$

Jika pada pengukuran tersebut dipergunakan mikrometer yang mempunyai skala terkecil 0.01 mm, maka hasil pengukuran akan menjadi;

$$X = (12.514 \pm 0.010) \text{ m} = (12.514 \pm 0.010) 10^{-3} \text{ m}$$

Hasil pengukuran ini ditulis dengan lima angka penting, yang terdiri dari angka pasti (12.51) dan angka taksiran (4)

3. Aturan Pembulatan Angka-angka Penting

Apabila jumlah angka penting pada suatu bilangan dikurangi, maka beberapa angka penting harus dihilangkan. Jika angka pertama yang dibuang adalah:

- Kurang dari lima => **tidak dibulatkan**
- Lebih dari lima => **dibulatkan ke atas**
- Sama dengan lima => **dibulatkan ke atas jika angka sebelumnya ganjil.**

Contoh, Untuk bilangan-bilangan: 1234; 1236; 1225; 1.232; 1.236; 1.2350; 1.2250; 0.9999 bila ditulis dalam tiga angka penting, maka akan menjadi: 1230; 1240; 1220; 1.23; 1.24; 1.22; 1.00

4. Perhitungan Angka Penting

a. Penjumlahan dan Pengurangan

Penjumlahan dan pengurangan dilakukan hingga batas kolom pertama yang mengandung angka taksiran. Angka yang digarisbawahi merupakan angka taksiran. *Contoh*,

$$\begin{array}{r} 1 \quad 2, \quad 5 \quad \underline{4} \quad \rightarrow \text{taksiran di kolom perseratusan} \\ + \quad 5, \quad \underline{3} \quad \rightarrow \text{taksiran di kolom persepuluhan} \\ \hline 1 \quad 7, \quad 8 \quad \underline{4} \end{array}$$

Hasil Sebelum Bulat: 17,84

Hasil Akhir (Dibulatkan): 17,8 cm

b. Perkalian dan Pembagian

Jumlah angka penting dari hasil perkalian atau pembagian antara dua atau lebih bilangan, adalah satu lebih banyak dari jumlah angka penting yang dimiliki oleh bilangan-bilangan yang dikalikan atau dibagi tersebut.

$$1. \quad 1.55 \times 72.431 \times 125.025 = 14036.31295 = 1.404 \times 10^4$$

Pada perkalian tersebut, bilangan yang memiliki jumlah angka penting paling sedikit adalah 1,55, yaitu 3 angka penting. Jadi, hasil akhir harus mempunyai jumlah angka penting $3 + 1 = 4$ angka penting.

$$\begin{aligned} 2. \quad 41.125 \times \pi &= 41.125 \times 3.14 \\ &= 129.1325 \\ &= 129.1 = 1.291 \times 10^2 \end{aligned}$$

$$3. \quad 3.3333/3 = 1.1111 = 1.1$$

$$4. \quad 3.3333/3.0000 = 1.1111 = 1.11110$$

$$\begin{aligned} 5. \quad (3 \times 10^8)/0.0001 &= 30000 \times 10^8 \\ &= 3.0 \times 10^{12} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \quad (35.74 \pm 0.04)/(4.02 \pm 0.01) &= 8.8905472 \pm 0.032066 \\ &= 8.890 \pm 0.032 \end{aligned}$$

Perhatikan: Anda jangan pernah terkecoh oleh penunjukan angka hasil perhitungan yang berderet-deret begitu panjang di kalkulator. Banyak hasil eksperimen sains disajikan dalam bentuk grafik. Kelebihannya, satu atau lebih parameter dapat diperoleh dari kurva mulus atau garis lurus yang ditarik (diplot) dari titik-titik yang memenuhi, sehingga bobot titik-titik pada sisi garis menjadi seimbang.

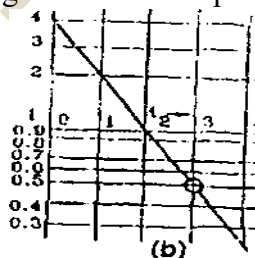
Pembuatan Grafik

- Tentukan skala grafik. Pilih skala sumbu yang mudah dibaca hingga grafik menempati sebagian besar halaman.
- Bila pasti hubungan berbentuk linier, cukup gunakan 5 atau 6 titik. Ingat bahwa banyak kasus yang awalnya juga berasal dari sebuah titik pada grafik.
- Gunakan simbol yang berbeda untuk hasil yang berbeda (misalnya: O, Δ , +, x, dll.). Sebuah dot (•) saja tidak cukup untuk dimengerti.
- Beri label/keterangan kuantitas dan satuan pada sumbu grafik dengan jelas. Cantumkan judul grafik sebagai identitas.
- Bila perlu, ketidakpastian masing-masing titik diplot ditandai dengan *error bar*.

Cara mendapatkan Bentuk Linier/Garis Lurus

Bentuk ini cocok bila hasil eksperimen dapat diplot hingga menghasilkan garis lurus yang mudah dianalisis. Hubungan antara dua kuantitas dapat ditulis sebagai berikut.

1. Jika variabel terikat y bervariasi secara linier terhadap variabel bebas x, persamaan garis lurus adalah $y = mx + c$, di mana c adalah perpotongan garis dengan sumbu y dan m adalah kemiringan garis (slope/gradien).
2. Jika grafik y terhadap x berupa kurva yang merupakan bagian dari parabola, hiperbola, eksponensial, kubik, atau lainnya, grafik tersebut dapat dipandang sebagai garis lurus dengan cara berikut.
 - a) Misal bentuk hubungan $xy=k$ (contohnya Hukum Boyle, $PV=C$). Jika y dipotret terhadap x, grafiknya akan berbentuk hiperbola, tetapi bila y dipotret terhadap $1/x$, akan diperoleh garis lurus dengan kemiringan garis sebesar k. Bila hubungan diperkirakan berbentuk $y = kx^2$ (parabolik), maka y harus memplot x^2 .
 - b) Bila berbentuk peluruhan eksponensial seperti isotop radioaktif, $A = A_0 \exp(-0,693 t/T)$ atau $\ln A = \ln A_0 - 0,693 t/T$. Di mana A dan A_0 masing-masing adalah jumlah disintegrasi nuklir per satuan waktu pada saat t dan $t = 0$, sedangkan T adalah waktu paruh. Terlihat bahwa grafik A terhadap t akan berbentuk kurva seperti pada gambar di bawah ini. Tetapi grafik $\ln A$ terhadap t akan berupa garis lurus dengan kemiringan $-0,693/T$ dan berpotongan dengan sumbu $\ln A$ pada $\ln A_0$.



Gambar b. Grafik $\ln A$ terhadap t

PENULISAN LAPORAN

Penyajian laporan merupakan keterampilan penting dalam menyampaikan informasi. Kemampuan menyajikan informasi dengan jelas, logis, dan singkat merupakan modal dalam berbagai bentuk aktivitas di masyarakat. Penulisan laporan tidaklah mudah. Walaupun laporan ditulis dalam format yang baku, terdapat bermacam-macam model dan pilihan. Laporan fisika memiliki fleksibilitas, meskipun harus mengikuti pedoman yang ada.

Hukuman atau sanksi keras bagi penjiplakan (menyalin pekerjaan orang lain tanpa mencantumkan sumbernya) akan diberlakukan. Beberapa kalimat penting dari diagram atau grafik yang disalin hendaknya menyertakan sumbernya. Anda boleh bekerja sama untuk menguji ketelitian hasil dan memperdalam pemahaman Anda. Namun sebaiknya Anda dalam menulis laporan tidak bergantung pada mahasiswa lain dan pahami benar apa yang Anda tulis.

Model:

Sebagai laporan ilmiah, sebaiknya Anda menulis dalam bentuk:

- *Past tense* (tidak ada perintah seperti Rangkai satu meter)
- Orang ketiga (gunakan "saya" atau "kita" yang sering dipakai)
- Tanpa ucapan sehari-hari (seperti "sangat bagus")
- Tanpa penyingkatan (seperti "&", pengganti kata "dan", frek, pengganti kata "frekuensi").
- Semua diagram, daftar, grafik, dan tabel sebaiknya juga diberi nomor dan memiliki judul pendek yang menyatakan informasi sesuai dengan yang diacu (dibahas).

SISTEMATIKA LAPORAN:

1. Judul

Berisi kata kunci yang jelas menggambarkan subjek laporan. Jangan menulis halaman judul terpisah dari laporan.

2. Tujuan

Berisi tujuan yang ingin dicapai dalam praktikum. Contohnya, menentukan kalor jenis bahan padat, menentukan besarnya kecepatan gravitasi, dan lain sebagainya.

3. Dasar Teori

Berisikan pengulangan teori yang diperlukan dan persamaan-persamaan akhir/kunci yang digunakan. Tidak perlu menurunkan persamaan, tetapi tunjukkan sumber yang mendukung teori tersebut.

4. Metodologi

Terdiri dari:

a. Alat dan Bahan

Merupakan uraian alat-alat dan bahan yang akan digunakan selama melakukan praktikum.

b. Cara kerja

Berisi langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan praktikum.

5. Hasil dan Pembahasan

a. Data dan Analisis

Hasil yang Anda peroleh pada praktikum dibuat dalam bentuk tabel, analisis/perhitungan, atau grafik sesuai dengan petunjuk asisten.

b. Pembahasan

Merupakan pembahasan mengenai hasil yang didapat dari percobaan yang dibandingkan dengan hasil teori serta hasil percobaan sebelumnya. Berikut urutan dalam pembahasan:

1. Jelaskan secara singkat tujuan dan konsep dasar dari percobaan
2. Deskripsikan metodologi secara singkat menggunakan Bahasa sendiri
3. Jabarkan data yang diperoleh selama percobaan
4. Jelaskan hasil perhitungan berdasarkan data tersebut
5. Jelaskan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan (*error*) dalam percobaan

6. Kesimpulan

Berupa uraian baru yang jelas dari hasil-hasil utama, inti ringkasan yang dicapai dalam diskusi sesuai tujuan praktikum. Secara normal, cukup satu paragraf untuk mencakup data numerik pokok yang memadai, ketidakpastian eksperimental, serta membandingkannya dengan nilai teoritis.

7. Daftar Pustaka

Cantumkan acuan sumber informasi yang Anda gunakan. Jika disertakan dalam naskah, tuliskan nama pengarang dan tahun terbit. Kemudian, cantumkan artikel atau buku referensi tersebut dalam daftar acuan berdasarkan urutan alfabet.

Jangan mencantumkan banyak buku jika Anda tidak benar-benar menggunakannya sebagai sumber utama informasi. Semua yang dikutip/dirujuk harus dimasukkan ke daftar pustaka

PERCOBAAN – (FP1)

MASSA JENIS ZAT PADAT BENTUK TERATUR

I. TUJUAN PERCOBAAN

- Terampil menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup.
- Menentukan massa jenis zat padat berbentuk balok silinder pejal dengan bola pejal.
- Membandingkan hasil pengukuran massa jenis zat padat menggunakan dua metode yang berbeda.

II. DASAR TEORI

Massa jenis (rapat massa) suatu zat adalah massa tiap satuan volume atau dapat dirumuskan:

$$\rho = m/V \quad (1)$$

Dengan ρ = massa jenis (kg/m^3), m = massa zat (kg) dan V = volume zat (m^3). Jika massa dan volume zat diketahui, massa jenis zat tersebut dapat ditentukan.

Massa zat dapat diketahui dengan cara menimbang zat tersebut menggunakan timbangan atau neraca teknis sehingga besaran massa dapat diukur secara langsung. Untuk mengukur langsung volume zat padat, dapat dilakukan dengan memasukkan zat padat tersebut ke dalam gelas ukur yang berisi zat cair. Apabila zat itu ditenggelamkan seluruhnya, maka perubahan penunjukan volume tersebut merupakan volume zat padat.

Tetapi untuk mengukur volume zat padat, besarnya tidak selalu dapat diukur langsung seperti itu karena terdapat zat padat yang massa jenisnya lebih kecil dari zat cair, sehingga kalau zat padat tersebut dimasukkan ke dalam zat cair, zat padat akan mengapung atau melayang (tidak tenggelam seluruhnya). Untuk mengukur volume zat padat yang bentuknya teratur (kontinu), pengukuran dapat pula dilakukan secara tidak langsung dengan mengukur perubahan (variabel) yang membentuknya. Volume balok dapat juga dilakukan dengan cara mengukur panjang lebar dan tinggi dari balok itu sehingga:

$$V_{\text{balok}} = p \times l \times t \quad (2)$$

Dengan p = panjang balok, l = lebar balok dan t = tinggi balok. Sedangkan volume silinder pejal dapat juga dilakukan dengan mengukur diameter dan panjang silinder itu sehingga:

$$\begin{aligned} V_{\text{silinder}} &= \pi (d/2)^2 \cdot t \\ &= \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan d = diameter silinder dan t = tinggi silinder. Untuk volume bola pejal dapat juga dilakukan dengan mengukur diameter bola itu sehingga:

$$V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi (d/2)^3 \quad (4)$$

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan bahan:

- | | |
|------------------------|--------|
| 1. Jangka sorong | 1 buah |
| 2. Mikrometer sekrup | 1 buah |
| 3. Balok kecil (pejal) | 3 buah |
| 4. Silinder pejal | 2 buah |
| 5. Bola pejal/kelereng | 3 buah |
| 6. Gelas ukur | 1 buah |

7. Tabung Ukur 5 ml, 50ml dan 100 ml @ 1 buah
7. Pipet 1 buah
8. Timbangan 1 buah
9. Air dan benang secukupnya.

B. Langkah Percobaan:

1. Menimbang zat padat (balok pejal, silinder pejal dan bola pejal) dengan neraca teknis (timbangan).
2. Mengukur volume zat padat tersebut dengan cara memasukkannya ke dalam gelas ukur yang telah berisi air hingga seluruhnya tenggelam. Perubahan penunjukan volume pada gelas ukur adalah volume zat padat tersebut. Catatan: saat memasukkan zat padat ke dalam gelas ukur, gunakan benang agar zat padat tidak sampai memecahkan gelas ukur.
3. Menentukan volume zat padat tersebut dengan cara mengukur peubah (variabel) masing-masing yang membentuknya menggunakan jangka sorong atau mikrometer sekrup. Menghitung massa jenis dengan data yang diperoleh menggunakan gelas ukur maupun jangka sorong/mikrometer sekrup, kemudian hasil tersebut dibandingkan.

C. Data dan Analisis:

- a. Pengukuran dengan jangka sorong atau micrometer sekrup

Balok	p	l	t	$V = p l t$
Silinder	d	t	$V = \frac{1}{4} \pi d^2 t$	
Bola	d	r	$V = \frac{4}{3} \pi r^3$	

- b. Pengukuran dengan gelas ukur

Benda	m	V_1	V_2	$\Delta V = V_2 - V_1$
Balok				
Silinder				
Bola				

Ketidakpastian pengukuran berulang diukur menggunakan simpangan baku. Ketidakpastian akhir pengukuran dihitung dengan rambatan ralat, sedangkan perbandingan hasil pengukuran dilakukan melalui uji kesesuaian.

IV. PERTANYAAN

1. Bagaimana cara Anda untuk mengetahui bahwa zat padat tersebut massa jenisnya lebih besar atau lebih kecil dari massa jenis air, padahal Anda tidak mengetahui bahan zat padat itu?
2. Jika Anda mendapati bahwa massa jenis zat padat tersebut ternyata lebih kecil dari massa jenis air, sedangkan bentuk zat padat tersebut tidak kontinu, bagaimana langkah Anda dalam menentukan massa jenis zat padat tersebut?
3. Dapatkah metode pengukuran massa jenis di atas digunakan untuk mengukur massa jenis zat cair? Berikan penjelasan.

Analisis Pengukuran berulang

➤ Balok

Skala nonius jangka sorong: skala terkecil pada skala utama adalah 1 mm, jumlah skala nonius adalah 50 skala. NST jangka sorong adalah $1\text{ mm}/50 = 0.02\text{ mm}$

Contoh: NST jangka sorong 0,02 mm

Ketidakpastian $(\Delta x) = \frac{1}{2} \text{ nst} = \frac{1}{2} \times 0,02\text{ mm} = 0,01\text{ mm} = 0,001\text{ cm}$

Pengukuran ke	p	l	t
1			
2			
3 dst..			
Rata-rata	$\bar{p}$	$\bar{l}$	$\bar{t}$
Standart deviasi	Δp	Δl	Δt

Pengukuran diulang minimal sebanyak 6x

Standart Deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_n - \bar{X}_n)^2}{(n - 1)}}$$

Volume Balok $V = \bar{p} \times \bar{l} \times \bar{t}$

Perambatan ketidakpastian Volume balok

$$\Delta V = \left(\frac{\Delta p}{\bar{p}} + \frac{\Delta l}{\bar{l}} + \frac{\Delta t}{\bar{t}} \right) V$$

Ket: $\Delta p, \Delta l, \Delta t$ adalah nilai standart deviasi

Massa jenis Balok $\rho = \frac{m}{V}$

Perambatan ketidakpastian dari massa jenis $\Delta \rho = \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} \right) V$

ket: Δm adalah Ketidakpastian

Penulisan hasil $\rho = \rho \pm \Delta \rho$

Ketelitian massa jenis $= \left| 1 - \frac{\Delta \rho}{\rho} \right| \times 100\%$

➤ Bola

NST mikrometer sekrup: satu putaran skala nonius adalah 0,5 mm pada skala utama; jumlah skala nonius dalam 1 putaran adalah 50 skala. NST = 0.5mm/50 = 0.01 mm

Pengukuran ke-	d
1	
2	
3 dst..	
Rata-rata	$\bar{d}$
Standart deviasi	

Pengukuran diulang minimal sebanyak 6

Volume Bola $V = \frac{3}{4} \pi \bar{d}^3$

Perambatan ketidakpastian Volume Bola $\Delta V = \left(\frac{\Delta d}{\bar{d}} + \frac{\Delta d}{\bar{d}} + \frac{\Delta d}{\bar{d}} \right) V$

Massa jenis Bola $\rho = \frac{m}{V}$

Perambatan ketidakpastian dari massa jenis $\Delta \rho = \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} \right) \rho \Rightarrow \rho = \rho \pm \Delta \rho$

Ketelitian massa jenis = $\left| 1 - \frac{\Delta \rho}{\rho} \right| \times 100\%$

PERCOBAAN – (FP2)

PENGUKURAN VISKOSITAS DENGAN HUKUM STOKES

I. TUJUAN PERCOBAAN

- Mengukur kekentalan (viskositas) zat cair dengan hukum Stokes

II. DASAR TEORI

Jika diamati di sekitar kita, air akan mudah diaduk dan cepat tumpah kalau dituangkan. Tetapi minyak pelumas lebih sukar diaduk dan lebih lama kalau dituangkan. Dapat dikatakan bahwa minyak pelumas lebih kental dari air.

Mengaduk dan menuang adalah proses menggerakkan partikel-partikel dan lapisan-lapisan cairan satu sama lain. Dalam suatu lapisan zat cair (alir) bergerak dengan kecepatan yang tidak sama, sehingga saling bergesekan.

Menurut Stokes, aliran fluida (zat alir) yang terhalang oleh permukaan sferis yang bergerak di dalam fluida yang diam akan mendapatkan gaya gesekan yang besarnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

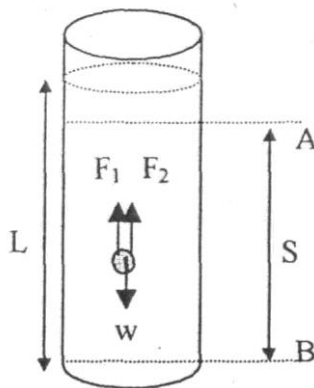
$$F = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

dengan v = Kecepatan aliran atau kecepatan bola

η = Kekentalan (viskositas)

r = Jari-jari permukaan bola

Ditinjau sebuah bola yang dijatuhkan ke dalam cairan dan bola tersebut bergerak ke bawah dengan kecepatan v seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bola dijatuhkan kedalam cairan

Gaya-gaya yang bekerja pada bola adalah:

$$W = \text{gaya berat bola} = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(bola)} g$$

$$F_1 = \text{gaya apung} = \text{gaya tekan ke atas} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(cairan)} g$$

$$F_2 = \text{gaya gesekan Stokes} = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

Gaya Stokes sebanding dengan kecepatan. Oleh karena itu, makin cepat bola bergerak,

gaya Stokes semakin besar. Bola yang mula-mula bergerak ke bawah akan dipercepat. Karena gesekan bola dengan zat cair, tak lama kemudian bola akan mengalami kesetimbangan gaya, ditandai dengan bola bergerak turun dengan kecepatan konstan. Dalam keadaan setimbang tersebut berlaku hubungan:

$$W = F_1 + F_2$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(bola)} g = \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(cairan)} g \right) + 6 \pi \eta v r$$

$$\eta = \frac{2r^2 (\rho_{bola} - \rho_{cairan}) g t}{9s}$$

dengan: η = Viskositas

ρ = Berat jenis

g = Percepatan gravitasi

s = Jarak dua titik

t = Waktu tempuh bola

r = Jari-jari bola

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan:

- | | |
|--|---------|
| 1. Tabung untuk percobaan | 1 buah |
| 2. Bola logam/gelas yang berbeda ukuran | 2 buah |
| 3. Zat cair yang akan diukur viskositasnya | 5 liter |
| 4. Neraca | 1 buah |
| 5. Stopwatch/Timer | 1 buah |
| 6. Hidrometer | 1 buah |
| 7. Termometer | 1 buah |
| 8. Jangka sorong | 1 buah |
| 9. Mikrometer | 1 buah |
| 10. Mistar | 1 buah |

B. Langkah Percobaan:

- Mengukur:
 - Massa bola (m) dengan neraca teknis
 - Massa jenis zat cair (ρ cairan) dengan hidrometer
 - Jari-jari bola (r) dengan mikrometer
 - Jari-jari dalam tabung (R) dengan jangka sorong
 - Suhu zat cair (T)
 - Panjang zat cair dalam tabung (L)
- Menetapkan A sekitar 2 cm di bawah permukaan zat cair.
- Menandai dan mengukur jarak AB sebagai (s)
- Melepaskan bola pada permukaan zat cair dan mencatat waktunya (t) untuk gerak bola sepanjang AB dengan $v = s/t$. Melakukan pengukuran v sebanyak lima kali dengan jarak s tertentu (diusahakan jarak s tetap).
- Melakukan percobaan ini dengan dua atau tiga bola berukuran berbeda.

C. Data Analisis

No	t	Bola	m	d	ρ_{cairan}	L	S_{jarak}
1							
2							
3							
4							
5							
6							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

IV. PERTANYAAN

Tentukan syarat agar bola yang sedang jatuh bebas di udara dapat mencapai keadaan setimbang sehingga bola tersebut bergerak lurus beraturan.

PERCOBAAN – FP3

PANAS JENIS ZAT PADAT

I. TUJUAN PERCOBAAN

- Menentukan panas jenis zat padat

II. DASAR TEORI

Panas jenis suatu zat adalah bilangan yang menunjukkan berapa kalori yang diperlukan untuk memanaskan satu satuan massa dari zat dengan kenaikan suhu sebesar 1°C . untuk memanaskan m gram massa dengan kenaikan suhu sebesar Δt diperlukan kalor sebesar:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

Dengan c = panas jenis

Panas jenis suatu zat ternyata tidak bergantung pada suhu. Panas jenis biasanya dinyatakan dalam rentang suhu tertentu. Panas jenis dalam hal ini adalah panas rata-rata untuk rentang suhu tertentu. Panas jenis dapat ditentukan menggunakan kalorimeter. Jika tidak ada pertukaran antara kalorimeter dengan sekelilingnya maka berlaku:

$$m_b \cdot c_b \cdot (t_b - t_c) = m_a \cdot c_a \cdot (t_c - t_a) \quad (2)$$

Dengan:

m_b = masa benda padat c_b = panas jenis benda padat

m_a = masa air c_a = panas jenis air (=1)

t_a = suhu awal air t_c = suhu air campuran

t_b = suhu bahan

Pertukaran kalor dengan sekelilingnya dapat dikurangi dengan kalorimeter yang sempurna pembuatannya dan percobaan yang dilakukan dengan suhu awal yang lebih rendah dari suhu ruang dan suhu akhir yang lebih tinggi dari suhu kamar dengan selisih antara suhu awal dengan suhu kamar sama dengan selisih antara suhu akhir dengan suhu kamar.

Dalam persamaan di atas, tidak ada suhu yang menyatakan kalor yang diperlukan untuk penguapan air, Berarti dalam percobaan ini penguapan air harus diabaikan.

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan bahan

- | | |
|--|--------|
| 1. Kalorimeter | 1 Buah |
| 2. Termometer | 2 Buah |
| 3. Bajana Pemanas | 1 Buah |
| 4. Benda padat (aluminium, besi, kuningan, kayu) | 4 Buah |
| 5. Air murni | |

B. Langkah Percobaan

1. Menimbang kalorimeter kosong dan benda padat (massa benda padat = m_b).
2. Mengisi kalorimeter dengan air murni hingga benda padat dapat terbenam, kemudian ditimbang (m_a).
3. Isikan bejana pemanas dengan air, kemudian panaskan.
4. Masukkan benda padat ke dalam bejana pemanas yang berisi air panas.
5. Mencatat suhu air pada bejana pemanas untuk mengetahui suhu benda setelah dipanaskan (t_b).

6. Mengukur suhu awal (t_a) pada kalorimeter yang berisi air murni dengan termometer.
7. Memasukkan benda atau bahan yang sudah dipanaskan ke dalam kalorimeter yang berisi air.
8. Mengguncang kalorimeter untuk memperoleh suhu akhir campuran.
9. Mengukur dan mencatat suhu campuran menggunakan termometer (t_c).
10. Mengulangi beberapa kali (minimal 3 kali) dengan bahan yang berbeda.

C. Data dan Analisis:

Jenis Bahan	m_b	m_a	t_a	t_b	t_c	c_b
Besi						
Kuningan						
Aluminium						
Kayu						

IV. PERTANYAAN

1. Jelaskan perbedaan antara panas jenis dan kalorimeter air?
2. Jelaskan asas yang digunakan dalam percobaan yang menggunakan kalorimeter?

PERCOBAAN - FP4

PEMUAIAN PANJANG

1. TUJUAN PERCOBAAN

Setelah melakukan praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu

1. Menjelaskan pengaruh perubahan temperatur terhadap bahan terutama logam
2. Mengukur besarnya koefisien pemuaian panjang material

2. DASAR TEORI

Semua material tersusun dari atom-atom. Kenaikan temperatur pada sebagian besar material akan mengakibatkan penambahan jarak rata-rata antaratom sehingga material tersebut memuai. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa perubahan panjang ΔL berbanding lurus dengan perubahan temperatur ΔT dan sebanding dengan panjang awal L_0 ,

$$\Delta L \sim L_0 \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

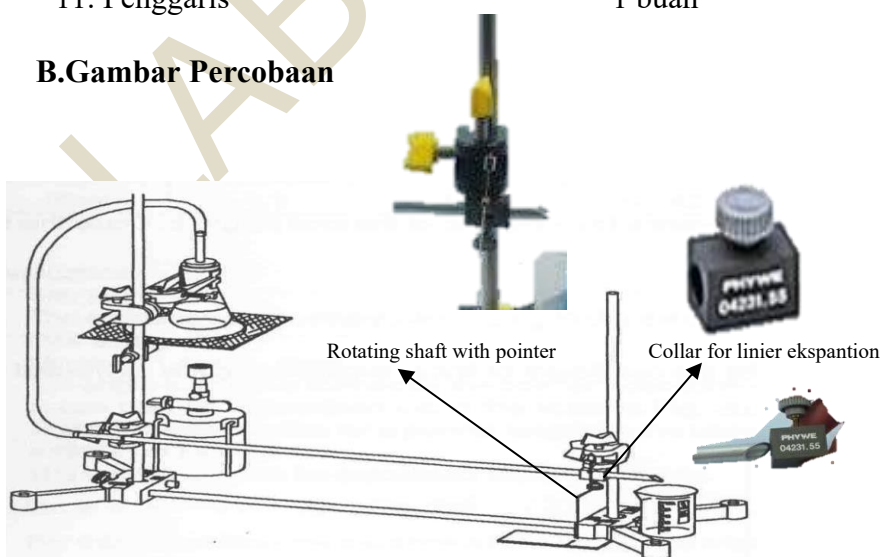
Di mana α adalah konstanta pembanding yang disebut koefisien muai linier.

3. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

- | | |
|--|--------|
| 1. Support Bass | 2 buah |
| 2. Batang Besi 25 cm | 1 buah |
| 3. Batang Besi 60 cm | 2 buah |
| 4. Penjepi ganda | 3 buah |
| 5. Collar for linier ekspansion | 1 buah |
| 6. Metal tubes (<i>baja, kuningan dan aluminium</i>) @1 buah | |
| 7. Rotating shaft with pointer | 1 buah |
| 8. Beaker glass | 1 buah |
| 9. Thermometer | 1 buah |
| 10. Serbet | 1 buah |
| 11. Penggaris | 1 buah |

B. Gambar Percobaan



Gambar 1. Rangkaian Percobaan

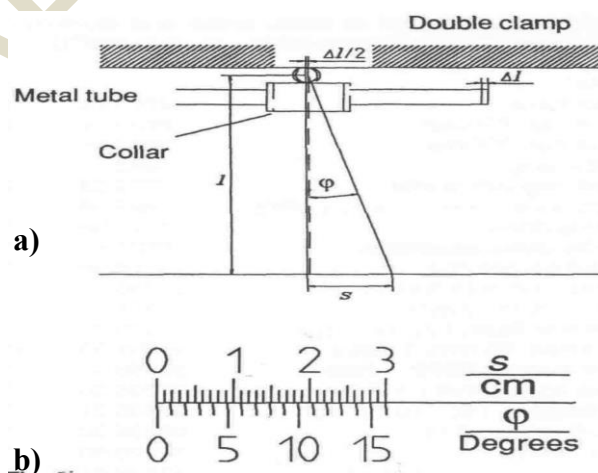
C. Langkah Percobaan

1. Merangkai alat seperti pada gambar di atas
2. Menempatkan collar pada pipa
3. Menjepit pipa dengan double clamp
4. Mengatur posisi pipa pada kemiringan tertentu sehingga uap air bisa keluar dari pipa
5. Memasang double clamp sehingga bersentuhan dengan collar
6. Memasang rotating shaft with pointer antara double clamp dan collar (diapit oleh collar dan clamp)
7. Mengatur posisi Rotating shaft dengan pointer tegak lurus sehingga ujung permukaan dekat penggaris (1 mm).
8. Mengatur posisi ujung pointer dengan penggaris pada posisi 0
9. Meletakkan beaker glass di ujung pipa logam
10. Mengisi $\frac{1}{4}$ pemanas dengan air
11. Menyambung selang dari pemanas ke pipa logam
12. Mengukur panjang pointer dari sumbu ke ujungnya, jarak ini harus 10,5 cm (gambar 2a). Jika tidak, maka atur kembali.
13. Ukur dan catatlah temperatur ruangan T_0 pada tabel.
14. Memanaskan air pada pemanas (*Menunggu hingga uap air mengalir dan keluar dari pipa*)
15. Mengamati pergerakan pointer hingga berhenti bergerak.
16. Menandai posisi ujung pointer yang baru berhenti pada penggaris
17. Matikan pemanas dan tunggu hingga pipa dingin, kemudian ulangi langkah di atas dengan jenis pipa yang lain (*ambil pipa yang panas dengan kain*).

D. Data Analisis

Material	s/cm	ϕ /grad	Δl /cm
Aluminium			
Kuningan			
Baja			

Material	α
Aluminium	
Kuningan	
Baja	



Gambar 2. Rangkaian percobaan pemuai

E. Analisis Percobaan

1. Menentukan sudut ϕ (*derajat*) untuk setiap defleksi pointer s (cm) dengan bantuan skala pada Gambar 2b dan mencatatnya pada tabel.
2. Ketika pipa logam bertambah panjang sebesar Δl , pointer putar bergerak sejauh $\Delta l/2$. Pembentukan sudut adalah sebagai jarak $\Delta l/2$
$$\Delta l/2 = 2 \cdot \pi \cdot \phi/360^\circ$$
Hitunglah pemuaian linier Δl untuk jenis logam yang berbeda dan catat dalam tabel.
3. Pemuaian linier pipa ditandai dengan koefisien muai α . Seperti ditunjukkan oleh persamaan:
$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$
Hitunglah koefisien muai α dan catat pada tabel.

LAB FISDAS MTU

PERCOBAAN – ME1

HUKUM II NEWTON

I. TUJUAN

1. Memverifikasi hukum II Newton
2. Memahami Hukum II Newton

II. DASAR TEORI

Hukum II newton menyatakan bahwa bila sebuah benda yang mempunyai massa m diberi gaya luar sebesar F maka akan terjadi percepatan sebesar a sesuai dengan hubungan:

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (3.1)$$

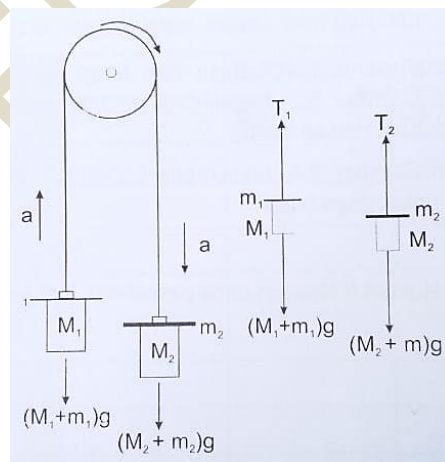
Pesawat Atwood dapat digunakan untuk memverifikasi Hukum II Newton. Gaya luar diperoleh dari tambahan massa (beban bercelah) pada M_2 sebesar m_2 dan beban m_1 pada M_1 , dengan massa m_2 lebih besar daripada m_1 . Waktu tempuh beban silinder M_2 saat melewati gerbang cahaya akan diukur menggunakan fungsi timing I. Pada percobaan ini, massa dan momen inersia katrol diabaikan karena massa katrol dianggap jauh lebih kecil dibandingkan massa silinder beban.

Dengan mengabaikan massa tali dan momen inersia katrol, maka resultan gaya (ΣF) pada beban silinder M_1 :

$$T - (M_1 + m_1)g = (M_1 + m_1)a \quad (3.2)$$

Sedangkan pada bahan silinder M_2 :

$$(M_2 + m_2)g - T = (M_2 + m_2)a \quad (3.3)$$



Gambar 1. Gaya yang bekerja pada M_1 dan M_2

T adalah tegangan tali dan g adalah percepatan gravitasi. Jika persamaan (3.1) dan (3.3) dijumlahkan untuk mengeliminasi tegangan tali, maka akan diperoleh:

$$(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)g = (M_1 + M_2 + m_2)a$$

Atau

$$a = \frac{(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)g}{(M_1 + m_1 + M_2 + m_2)} \quad (3.4)$$

Untuk memverifikasi Hukum II Newton, akan dilakukan 2 tahap percobaan. Yang pertama adalah mengubah selisih massa M_1 dan M_2 dengan tetap menjaga massa total. Perubahan selisih massa bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan dan fungsi gaya. Sedangkan yang kedua adalah mengubah total massa M_1 dan M_2 dengan selisih massa tetap. Perubahan massa total bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan dan fungsi massa. Beban bercelah digunakan untuk memverifikasi massa M_1 dan M_2 .

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

- | | |
|---------------------------------|-------|
| 1. Pilar paralel berskala | 1 set |
| 2. Katrol | 1 pcs |
| 3. Landasan | 1 pcs |
| 4. Pelepas beban | 1 pcs |
| 5. Pemegang beban tanpa lubang | 1 pcs |
| 6. Pemegang beban dengan lubang | 1 pcs |
| 7. Timer counter | 1 pcs |
| 8. Sensor cahaya | 2 pcs |
| 9. Beban silinder dengan tali | 1 pcs |
| 10. Beban bercelah | 5 pcs |

B. Persiapan Percobaan

1. Timbang massa M_1 dan M_2 kemudian catat pada tabel 3.1
2. Gantungkan beban silinder pada ujung-ujung tali kemudian lewatkan tali pada katrol
3. Pastikan tali berada di bagian tengah pengarah beban. Jika tali tidak berada di tengah maka sesuaikan dengan pengatur kerataan pesawat etwood menggunakan skrup pengatur ketegaklurusan pada bagian alas
4. Putar skrup sehingga tali beban berada tepat di tengah masing-masing pengarah beban
5. Pasang pemegang beban pada sisi kiri bawah tiang.
6. Pada tiang kanan, atur posisi gerbang cahaya 1 pada skala 40 cm, gerbang cahaya 2 pada skala 80 cm, serta penghenti beban tanpa lubang di bagian bawah tiang (sejajar dengan pemegang beban). Catat jarak antara gerbang cahaya 1 dan 2 sebagai nilai h
7. Tahan beban M_1 (sebelah kiri) pada pemegang beban.

C. Langkah Percobaan

➤ M_1 dan M_2 : Selisih massa berubah, massa total tetap

1. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan 2 dengan panel bagian belakang pewaktu pencacah AT-01
2. Nyalakan pewaktu pencacah dan atur fungsi TIMING I
3. Tambahkan 5 beban tambahan bercelah pada M_2 (masing-masing bermassa 5 gram). Catat massa tambahan sebagai m_2 pada tabel 3.1
4. Ukur panjang M_2 setelah ditambah beban. Catat nilai pada kolom s di tabel 3.1
5. Lepaskan M_1 dengan menekan pegas sehingga M_1 bergerak ke atas, sedangkan M_2 bergerak ke bawah dan berhenti saat menyentuh penghenti beban tanpa lubang.

6. Dengan fungsi TIMING I akan diperoleh 2 data waktu: E_1 dan E_2 Tekan CH. OVER untuk melihat nilai E_1 dan E_2 secara bergantian. Catat nilai waktu yang ditampilkan di layar pewaktu pencacah pada kolom t_1 dan t_2 di tabel 3.1
7. Kembalikan posisi M_1 dan M_2 seperti semula, yaitu pada pemegang beban, kemudian tekan tombol FUNCTION untuk mengembalikan nilai waktu ke angka 0 (reset to zero)
8. Pindahkan beban tambahan dari M_2 ke M_1 sehingga selisih massa antara M_1 dan M_2 menjadi 15 gram dengan massa total tetap. Catat beban tambahan m_1 pada kolom m_1 di tabel 3.1
9. Ulangi langkah 4-7.
10. Pindahkan 1 beban tambahan dari M_2 ke M_1 sehingga selisih massa antara M_1 dan M_2 menjadi 5 gram, lalu ulangi langkah 4-7.

➤ **M_1 dan M_2 : Selisih massa tetap, massa total berubah**

1. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan 2 dengan panel bagian belakang pewaktu pencacah AT-01
2. Nyalakan pewaktu pencacah dan atur fungsi TIMING I
3. Tambahkan 1 beban tambahan bercelah pada M_2 . Catat massa tambahan sebagai m_2 pada tabel 3.1
4. Ukur panjang M_2 setelah ditambah beban. Catat nilai pada kolom s di tabel 3.1
5. Lepaskan M_1 dengan menekan pegas sehingga M_1 bergerak ke atas, sedangkan M_2 bergerak ke bawah dan berhenti saat menyentuh penghenti beban tanpa lubang.
6. Dengan fungsi TIMING I akan diperoleh 2 data waktu: E_1 dan E_2 Tekan CH. OVER untuk melihat nilai E_1 dan E_2 secara bergantian. Catat nilai waktu yang ditampilkan di layar pewaktu pencacah pada kolom t_1 dan t_2 di tabel 3.1
7. Kembalikan posisi M_1 dan M_2 seperti semula, yaitu pada pemegang beban, kemudian tekan tombol FUNCTION untuk mengembalikan nilai waktu ke angka 0 (reset to zero)
8. Tambahkan 1 beban pada M_1 dan M_2 sehingga massa total menjadi 15 gram dan selisih massanya tetap 5 gram. Catat beban tambahan m_1 pada kolom m_1 di tabel 3.2
9. Ulangi langkah 4-7.
10. Tambahkan 1 beban pada M_1 dan M_2 sehingga massa total menjadi 25 gram, lalu lakukan langkah 4-7.

D. Pengolahan data

Data yang diperoleh dari percobaan dengan fungsi TIMING I adalah waktu tempuh saat M_2 melewati gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 sehingga dapat diperoleh nilai v_1 dan v_2 dengan:

$$v_1 = \frac{s}{t_1} \text{ dan } v_2 = \frac{s}{t_2} \quad (3.5)$$

s adalah panjang beban silinder, t_1 adalah waktu ketika M_2 melewati gerbang cahaya 1, dan t_2 adalah waktu ketika M_2 melewati gerbang cahaya 2.

Dengan data ini, maka terdapat hubungan anatara kecepatan, jarak, dan percepatan sehingga digunakan persamaan:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot h$$

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{h} \quad (3.6)$$

h adalah jarak antara gerbang cahaya 1 dan 2.

Lengkapi data-data di bawah ini

$s = \text{m}$

$M_1 = \text{kg}$

$M_2 = \text{kg}$

$h = \text{m}$

Tabel 3.1. M_1 dan M_2 : selisih massa berubah, massa total tetap

m_1 (kg)	0	0.005	0.01
m_2 (kg)	0.025	0.02	0.015
$[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$ (kg)			
$M_1 + m_1 + M_2 + m_2$ (kg)			
s (m)			
t_1 (s)			
t_2 (s)			
v_1 (m/s)			
v_2 (m/s)			
a (m/s ²)			

Buatlah grafik percepatan a terhadap selisih massa $[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$

Tabel 3.2. M_1 dan M_2 : selisih massa tetap, massa total berubah

m_1 (kg)	0	0.005	0.01
m_2 (kg)	0.005	0.01	0.015
$[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$ (kg)			
$M_1 + m_1 + M_2 + m_2$ (kg)			
s (m)			
t_1 (s)			
t_2 (s)			
v_1 (m/s)			
v_2 (m/s)			
a (m/s ²)			

Buatlah grafik percepatan a terhadap massa total $M_1 + m_1 + M_2 + m_2$

E. Analisis data

1. Selisih massa merupakan bagian dari fungsi gaya $F = [(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]g$. Berdasarkan Grafik 1 (*hubungan percepatan a terhadap selisih massa $[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$*) bagaimanakah hubungan antara percepatan a dan gaya F untuk total massa tetap?
2. Berdasarkan grafik 2 (*hubungan percepatan a terhadap massa total $M_1 + m_1 + M_2 + m_2$*) bagaimana hubungan percepatan dengan massa total untuk gaya tetap?

PERCOBAAN-ME2

TUMBUKAN

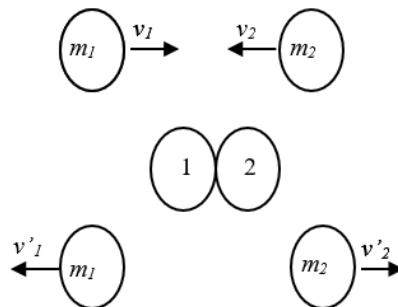
I. TUJUAN

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan Mahasiswa dapat:

1. Memahami hukum kekekalan momentum linier.
2. Memahami hukum kekekalan energi kinetik.
3. Menentukan besar kecepatan benda setelah tumbukan

II. DASAR TEORI

Momentum linier dari sebuah benda didefinisikan sebagai hasil kali massa m dan kecepatan v . Konsep momentum sangat penting, karena pada keadaan tertentu momentum merupakan besaran yang kekal. Misalnya, pada peristiwa tumbukan sentral satu dimensi dari dua benda, m_1 dan m_2 , yang massanya sama atau berbeda.



Gambar 1. Peristiwa tumbukan

Pada peristiwa tumbukan antara dua benda yang masing-masing massanya m_1 dan m_2 dengan kecepatan sebelum tumbukan v_1 dan v_2 sedangkan kecepatan setelah tumbukan adalah v_1' dan v_2' serta tidak dipengaruhi gaya eksternal, berlaku hukum kekekalan momentum linier:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

apabila benda kedua diam, maka $v_2 = 0$, persamaan di atas menjadi:

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2)$$

Jika pada tumbukan tidak ada panas yang dihasilkan, maka energi kinetiknya tetap kekal. Tumbukan seperti ini dinamakan tumbukan lenting sempurna. Sedangkan jika energi kinetiknya tidak kekal, tumbukan dinamakan tumbukan tidak lenting. Apabila setelah tumbukan kedua benda menyatu, tumbukan tersebut dinamakan tumbukan tidak lenting sama sekali. Secara umum pada peristiwa tumbukan berlaku persamaan:

$$v_1' - v_2' = e (v_1 - v_2) \quad (3)$$

dengan e dinamakan koefisien restitusi yang memiliki harga:

$e = 1$ disebut tumbukan lenting sempurna

$e = 0$ disebut tumbukan tidak lenting sama sekali

$0 < e < 1$ disebut tumbukan lenting sebagian

III. METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------------|--------|
| 1. Lintasan/rel udara | 1 buah |
| 2. Blower | 1 buah |
| 3. Kereta | 2 buah |
| 4. Penghalang cahaya | 2 buah |

- | | |
|------------------------|---------|
| 5. Garpu dengan karet | 1 buah |
| 6. Plat pemantul | 1 buah |
| 7. Beban 10 g | 6 buah |
| 8. Gerbang Cahaya | 2 buah |
| 9. Pewaktu Cacah/Timer | 1 buah |
| 10. Beban 1 g | 10 buah |
| 11. Selang Blower | 1 buah |

B. Prosedur Percobaan

1. Rangkailah alat yang akan digunakan seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 2. Set-up percobaan tumbukan

2. Pastikan lintasan/rel udara benar-benar datar dengan mengatur sekrup dan memeriksa waterpas. Jika blower dinyalakan, kereta/glider tidak meluncur cepat ke satu sisi.
3. Letakkan kereta A dan B di atas air track,
4. Letakkan penghalang cahaya di atas kereta dan 2 sensor di atasnya. Ukur jarak kedua sensor. Letakkan kereta ini di ujung sebelah kiri lintasan.
5. Demikian pula untuk kereta B yang diletakkan di tengah-tengah lintasan.
6. Hidupkan counter dan atur perhitungan waktu (pulsa penuh).
7. Hidupkan blower dan tahan kereta/glider yang kedua dengan tangan. Gerakkan kereta masing-masing dengan kedua tangan hingga keduanya bertumbukan di tengah lintasan. Amati penunjukan counter waktu.

Untuk $m_1 = m_2, v_2 = 0$

1. Sesuai dengan langkah-langkah di atas, dorong kereta pertama (A) hingga terjadi tumbukan dengan kereta kedua (B), kemudian catat waktu pada counter waktu.
2. Ulangi untuk beberapa kecepatan awal yang berbeda.

Untuk $(m_1 \neq m_2, v_2 = 0)$

Lakukan percobaan seperti di atas untuk massa yang berbeda. Setiap melakukan pengukuran, ubah massa kedua kereta dengan menambahkan beban yang sesuai.

Untuk $(m_1 = m_2 \text{ dan } m_1 \neq m_2, \text{ masing-masing kereta diberi kecepatan})$

Lakukan percobaan seperti di atas dengan mendorong kedua kereta hingga terjadi tumbukan.

C. Analisis dan perhitungan

1. Bagian pertama. Cari kecepatan awal dan akhir untuk masing-masing kereta atau glider. Buktikan bahwa $v_1 = v_1' + v_2'$ dan bandingkan hasilnya dengan teori.
2. Untuk bagian kedua. Hitung kecepatan masing-masing kereta sebelum dan sesudah tumbukan. Kemudian hitung momentum masing-masing kereta. Buktikan bahwa $p_1 = p_1' + p_2'$.

Untuk memudahkan perolehan data, buatlah tabel yang memuat besaran-besaran dalam persamaan (1) di atas.

Tabel Percobaan:

Spanjang penghalang Cahaya/sensor =

No	m_1	m_2	t_1	t_2	t_1'	t_2'
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

PERCOBAAN-ME3

GAYA SENTRIFUGAL

A. TUJUAN

Menghitung gaya sentrifugal sebagai fungsi:

- a. Massa
- b. Kecepatan sudut
- c. Jarak dari sumbu rotasi ke pusat gravitasi mobil

B. DASAR TEORI

Suatu benda yang bergerak dengan kecepatan teratur, baik dengan kecepatan yang berubah-ubah maupun dengan kecepatan konstan, akan mempunyai bentuk lintasan tertentu, baik lintasan yang teratur bentuknya maupun lintasan yang acak atau random. Salah satu bentuk lintasan yang teratur adalah lintasan berbentuk lengkung. Suatu benda yang bergerak dengan lintasan lengkung maka vector kecepatannya akan mengalami perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh factor-faktor tertentu.

Perubahan vector kecepatan ini disebut dengan percepatan a , yang dapat dirumuskan:

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

Sedangkan besarnya perubahan kecepatan (Δv) dari suatu benda akan bergerak melingkar dari titik A ke titik B adalah:

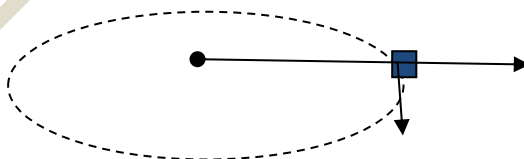
$$\Delta v = v_B - v_A$$

$$\Delta v = \Delta v_t + \Delta v_n$$

$$v_B - v_A = \Delta v_t + \Delta v_n$$

Dimana: Δv = perubahan kecepatan
 v_B = kecepatan di titik B
 v_A = kecepatan di titik A
 v_t = komponen kecepatan tangensial
 v_n = komponen kecepatan normal atau radial

Dari persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa besarnya perubahan kecepatan (Δv) dipengaruhi oleh dua komponen, yaitu komponen kecepatan tangensial (v_t) dan komponen kecepatan normal atau radial (v_n). Jika sebuah benda diikatkan pada tali yang panjangnya R dan berputar dalam lingkaran vertikal terhadap sebuah titik tertentu, misalnya O, di mana ujung yang lain dari tali tersebut diikatkan. Geraknya berputar tidak uniform karena lajunya bertambah besar ketika gerakannya menurun dan berkurang jika gerakannya menuju ke atas.



Gaya yang bekerja pada benda tersebut disetiap posisi adalah gaya berat W dan tegangan tali T . besarnya gaya berat adalah:

$$W = m \cdot g$$

Gaya berat yang berpengaruh pada benda dapat diuraikan menjadi komponen normal dan

komponen singgung yaitu:

Komponen normal: $W \cos \theta = m \cdot g \cos \theta$

Komponen singgung: $W \sin \theta = m \cdot g \sin \theta$

Resultan gaya singgungnya adalah:

$$F_t = w \sin \theta$$

Resultan gaya normalnya adalah:

$$F_r = T - w \cos \theta$$

Sehingga percepatan garis singgungnya menurut Hukum Newton II adalah:

$$F_r = \frac{T}{m} - g \cos \theta$$

Besarnya F_r dapat juga ditentukan dari besarnya frekuensi (f) dan periode (T) dengan persamaan:

$$F_r = \frac{4\pi^2 \cdot m \cdot R}{T^2}$$

Dimana: F_r = gaya sentrifugal (Newton)

m = massa (kg)

R = jari-jari (meter)

f = frekuensi (Hz)

T = periode (detik)

Jika massa digerakkan dengan kelajuan konstan (v) sehingga lintasannya melingkar maka massa akan mengalami gaya sentrifugal:

$$F_r = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

C. METODE PERCOBAAN

1. Alat dan Bahan

1. Peralatan gaya sentrifugal
2. Mobil
3. Holding pin
4. Motor, 220 V AC
5. Gearing 30/1
6. Bearing unit
7. Driving belt
8. Support rod with hole, 100 mm
9. Barrel base
10. Power supply 5 V DC/2.4 A
11. Spring balance holder
12. Support rod PASS, square, $l = 250$ mm
13. Bosshead
14. Bench clamp PASS
15. Fish line, $l = 100$ m
16. Neraca pegas, transparan, 2 N
17. Pemberat, 10 gr
18. Pemberat, 50 gr
19. Light barrier with counter



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan

2. Langkah Percobaan

1. Susun percobaan seperti gambar 1
2. Pointer merah dipasang pada pusat batang. Ini menunjukkan jarak (sumbu rotasi pada pusat gravitasi mobil)
3. Pada bagian terluar dari peralatan gaya sentrifugal, penutup dilekatkan pada batang pemandu dan disiapkan untuk memicu start-stop light barrier
4. Ketika pengukuran waktu putaran penuh ganti ke mode “↑↓”
5. Yakinkan bahwa mobil pada radius maksimum tidak menyentuh light barrier
6. Dengan meningkatkan kecepatan sudut, radius meningkat, sehingga terjadi perubahan pengukuran gaya. Ini seharusnya dikompensasi dengan naik dan turunnya neraca pegas

1.1 Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi massa

1. Mobil eksperimen secara bertahap diberi tambahan beban
2. Peralatan gaya sentrifugal dengan kecepatan sudut konstan diputar dengan masing-masing masa m
3. Gaya yang terjadi F_z ditentukan dengan bantuan neraca pegas
4. Mobil dihubungkan kebawah roda katrol ke neraca pegas dengan benang (panjang sekitar 26 cm) dan memasang kaitan
5. Neraca pegas diturunkan ke posisi maksimum. Kemudian motor diatur dengan kecepatan sudut konstan selama jalannya percobaan.
6. Percobaan gaya F_z dilakukan dengan mengukur mobil tanpa penambahan beban.
7. Posisi r pada red pointer ditandai dengan selotip. Untuk pengukuran ini, motor dihentikan dengan mematikan power supply
8. Beban ditambahkan dan diletakkan di mobil pengukuran dan dilakukan percobaan seperti diatas dengan masa beban yang berbeda-beda
9. Masing-masing gaya F_z dibaca pada neraca pegas dan dicatat hasil perubahannya.

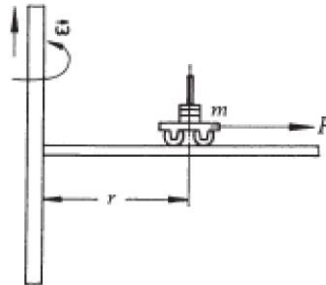
2.1 Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi kecepatan sudut

1. Pada percobaan ini, masa mobil eksperimen tetap konstan
2. Tandai radius dengan selotip
3. Pada kecepatan sudut yang berbeda dengan pemindahan neraca pegas seperti pada bagian 1, pengukuran mobil dibawa pada posisi r .
4. Tekan mobil dari dalam ke luar. Gaya F_z dapat dibaca.
5. Kecepatan sudut ω dihitung dari waktu rotasi T

$$\omega = 2\pi/T$$

3.1 Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi jarak pusat sumbu rotasi dan masa mobil pengukur

1. Masa mobil percobaan dalam keadaan konstan
2. Kecepatan sudut diatur dari motor
3. Radius orbit r pada mobil percobaan dinaikkan dengan pemindahan neraca pegas dan diukur masing-masing gaya sentrifugal F_z dan radius r .



Gambar 2. Massa m pada waktu system berotasi

PERCOBAAN-WF1

RESONANSI GELOMBANG BUNYI

1. TUJUAN

- ☒ Menentukan kecepatan bunyi di udara
- ☒ Mengetahui resonansi bunyi

2. DASAR TEORI

Kecepatan penjalaran bunyi, atau yang disebut laju bunyi, bergantung pada parameter fisis medium. Laju bunyi pada suatu medium dapat diketahui jika frekuensi dan panjang gelombang bunyi diketahui. Hubungan antara parameter fisis tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$v = f \cdot \lambda$$

Di mana v adalah laju penjalaran bunyi, f adalah frekuensi bunyi dan λ adalah panjang gelombang bunyi.

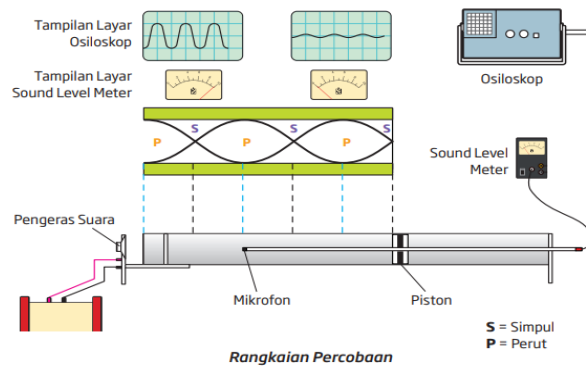
Frekuensi bunyi dihasilkan oleh **pembangkit frekuensi audio** yang dihubungkan dengan pengeras suara. Bunyi dengan frekuensi tertentu kemudian merambat melalui udara dan masuk ke dalam tabung resonansi. Panjang gelombang bunyi ditentukan berdasarkan panjang kolom udara pada saat terjadi resonansi.

Pada percobaan ini, sumber bunyi dari **pembangkit frekuensi audio** menghasilkan gelombang bunyi dengan frekuensi yang dapat diatur. Gelombang bunyi tersebut merambat ke dalam tabung resonansi dan mengalami superposisi dengan gelombang bunyi yang dipantulkan dari ujung tabung. Ketika panjang kolom udara mencapai nilai tertentu, terjadi interferensi konstruktif antara gelombang datang dan gelombang pantul sehingga amplitudo tekanan bunyi mencapai nilai maksimum. Kondisi tersebut disebut **resonansi** dan dapat diamati melalui peningkatan intensitas bunyi yang terukur menggunakan *sound level meter*. Dengan menentukan frekuensi sumber bunyi dan panjang kolom udara pada kondisi resonansi, panjang gelombang bunyi dapat ditentukan. Selanjutnya, cepat rambat bunyi di udara dapat dihitung berdasarkan hubungan antara cepat rambat gelombang, frekuensi, dan panjang gelombang.

Resonansi adalah fenomena gelombang berdiri pada kolom dan terjadi ketika panjang kolom adalah :

$$\frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}$$

Di mana λ adalah panjang gelombang bunyi. Permukaan piston merupakan posisi perut gelombang simpangan karena udara tidak bebas bergerak secara longitudinal. Pada bagian tabung yang terbuka terjadi simpul, tetapi simpul yang sebenarnya berada sedikit di luar tabung pada jarak sekitar $0,6r$ dari ujung tabung, di mana r adalah jari-jari tabung. Koreksi ujung tabung ini dapat ditambahkan untuk memperoleh nilai yang lebih baik jika hanya satu keadaan resonansi dapat diukur, tetapi hal ini biasanya lebih sesuai untuk mengurangi kesalahan pada resonansi pertama $\frac{\lambda}{4}$ dibandingkan pada resonansi kedua $\frac{3\lambda}{4}$, ketiga $\frac{5\lambda}{4}$ dst.



Gambar 1. Rangkaian percobaan

3. METODE PERCOBAAN

A. Alat

1. Tabung resonansi
2. Pembangkit frekuensi audio
3. Sound Level Meter

B. Langkah percobaan

- 1) Rangkai alat seperti gambar 1
- 2) Hubungkan pengeras suara ke pembangkit frekuensi audio dan mikrofon ke sound level meter
- 3) Atur pembangkit frekuensi audio ke bentuk gelombang sinus dan Piston berada di ujung tabung yang terbuka.
- 4) Hidupkan pembangkit frekuensi audio dan sound level meter pada tabung resonansi
- 5) Atur frekuensi pada pembangkit frekuensi audio pada 300 Hz.
- 6) Gerakkan piston dan mikrofon secara perlahan menjauhi sumber bunyi untuk mengatur panjang tabung resonansi sampai terjadi resonansi pada tabung (*intensitas bunyi terdengar keras*) dengan mengamati nilai terbesar pada sound level meter pada l_1 , l_2 dan l_3 .
- 7) Ukur letak posisi resonansi maksimum l_1 , l_2 dan l_3 dari ujung tabung dan catat hasil pengukuran pada table 1. Panjang yang di ukur dalam satuan meter.

Catat:

$$L_1 \text{ (resonansi pertama)} = \lambda/4; L_2 \text{ (resonansi kedua)} = 3\lambda/4$$

$$L_3 \text{ (resonansi kedua)} = 5\lambda/4$$

- 8) Hitung panjang gelombang (λ) menggunakan persamaan seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

$$L_1 = 1\lambda/4; L_2 = 3\lambda/4; L_3 = 5\lambda/4$$

- 9) Hitung kecepatan suara berdasarkan data hasil pengukuran table 1.
- 10) Ulangi langkah 5-7 dengan frekuensi yang berbeda (400 Hz, 500 Hz, 550 Hz, 600 Hz, 650 Hz 700 Hz, 750 Hz, 800 Hz dan 900 Hz).

Tabel 1. Data hasil pengukuran

No.	Frekuensi (Hz)	L_1	L_2	L_3	v_1	v_2	v_3
1	300						
2	400						
3	500						
4	550						
5	600						
6	650						
7	700						
8	750						
9	800						
10	900						

- 11) Bandingkan hasil pengukuran kecepatan bunyi dengan teori
- 12) Gambarkan bentuk gelombang

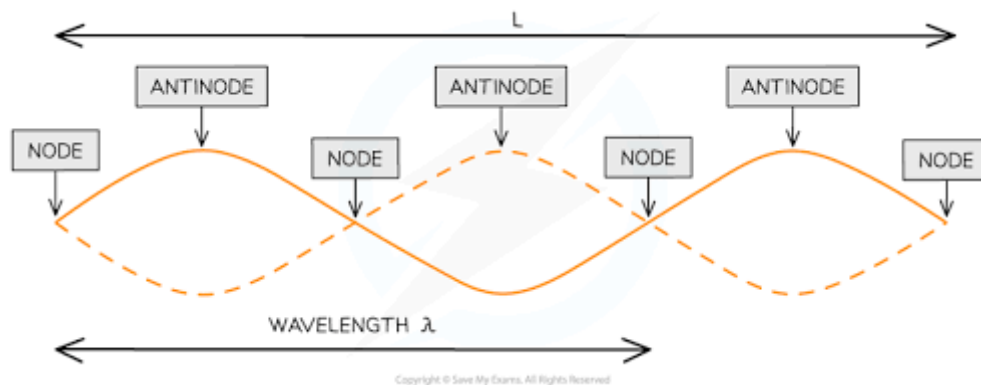
PERCOBAAN-W2 GELOMBANG MELDE

1. TUJUAN

- ✓ Menentukan frekuensi harmonik akibat gelombang pada tali (melde).
- ✓ Menentukan cepat rambat gelombang tali
- ✓ Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi cepat rambat gelombang tali

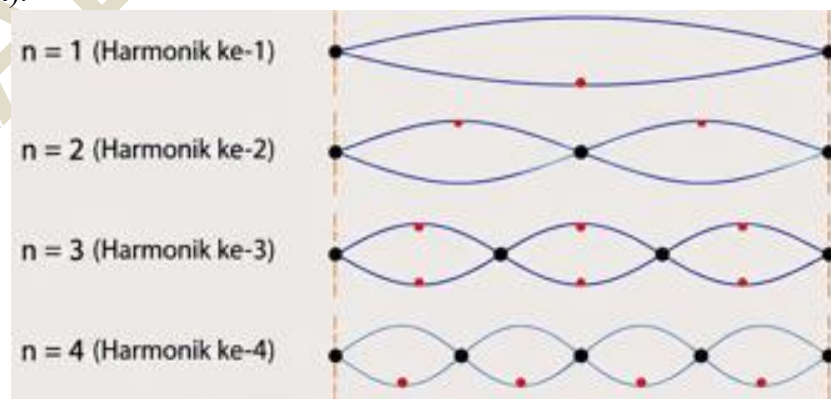
2. DASAR TEORI

Gelombang berdiri merupakan pola gelombang yang terbentuk akibat superposisi atau interferensi dua gelombang dengan amplitudo dan frekuensi yang sama, tetapi merambat dalam arah yang berlawanan. Dalam percobaan menggunakan tali, gelombang berdiri terjadi ketika gelombang yang berasal dari sumber getaran berinteraksi dengan gelombang pantul yang kembali dari ujung tali yang terikat, sehingga terbentuk pola simpul (*node*) dan perut (*antinode*) yang relatif tetap. Gelombang ini disebut juga harmonik gelombang berdiri



Gambar 1. Gelombang stasioner (berdiri)

- ✓ **Simpul (Node):** Titik pada tali yang tidak mengalami getaran (amplitudo nol) akibat interferensi destruktif.
- ✓ **Perut (Antinode):** Titik pada tali yang mengalami getaran maksimum (amplitudo maksimum) akibat interferensi konstruktif.
- ✓ **Satu Gelombang (λ):** Panjang dari dua simpul yang berselang-seling (atau terdiri dari 2 perut).



Gambar 2. Bentuk Harmonik Gelombang pada Tali

Setiap mode getaran diwakili oleh indeks orde harmonik n ($n = 1, 2, 3, \dots$).

- ✓ **Harmonik Ke-1** ($n = 1$): Disebut juga **nada dasar** (*Fundamental frequency*). Merupakan pola gelombang paling sederhana yang mungkin terbentuk.
- ✓ **Harmonik Ke-2** ($n = 2$): Disebut **nada atas ke-1**.
- ✓ **Harmonik Ke-3** ($n = 3$): Disebut **nada atas ke-2** dan seterusnya.

Cepat rambat gelombang pada tali (v) Menurut Melde sebanding dengan akar gaya tegang tali (F) dan berbanding terbalik dengan akar massa per satuan panjang tali (μ).

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

Keterangan:

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

F = Tegangan tali (N) dari massa beban yang digantung ($F = m_{\text{beban}} \cdot g$)

μ = Massa linier tali (kg/m), di mana $\mu = \frac{m_{\text{tali}}}{L_{\text{tali}}}$

Berdasarkan hubungan frekuensi dengan panjang gelombang, kecepatan gelombang dirumuskan dengan:

$$v = f \cdot \lambda$$

Jika panjang tali yang bergetar adalah L dan terbentuk n buah perut (atau setengah gelombang sebanyak n), maka:

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

Sehingga frekuensi gelombang harmonik ke- n dapat dituliskan sebagai:

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Dari persamaan di atas faktor yang mempengaruhi cepat rambat gelombang pada tali:

1. **Makin besar** jika tegangan tali (F) Diperbesar (beban ditambah).
2. **Makin kecil** jika tali makin tebal/berat (μ makin besar).
3. **Tidak dipengaruhi** oleh frekuensi sumber getar maupun panjang gelombang (sifat medium yang menentukan v).

3. METODE PERCOBAAN

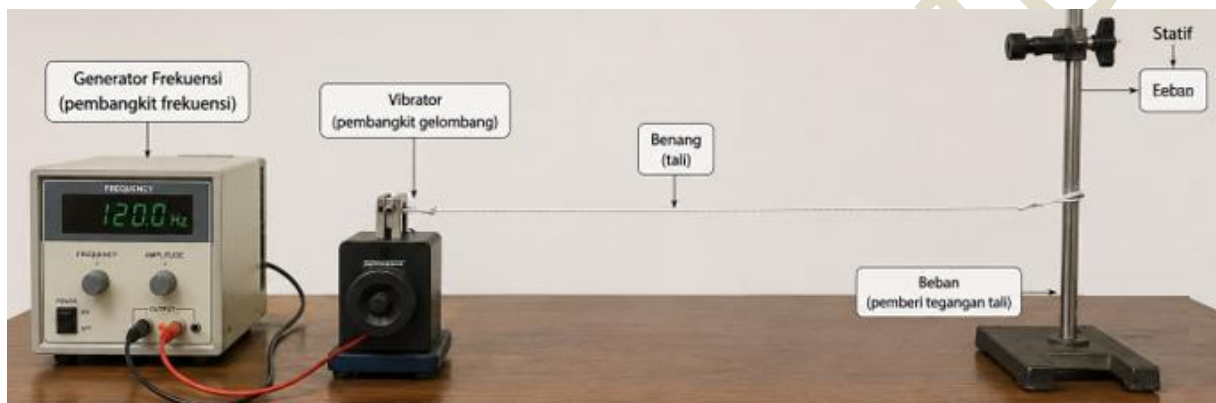
A. Alat dan bahan

- | | |
|------------------------|---------|
| 1. Genarator Frekuensi | 1 buah |
| 2. Vibrator | 1 buah |
| 3. Statif | 1 buah |
| 4. Katrol | 1 buah |
| 5. Beban bercelah | 1 set |
| 6. Benang | 3 jenis |
| 7. Meteran | 1 buah |

B. Langkah percobaan

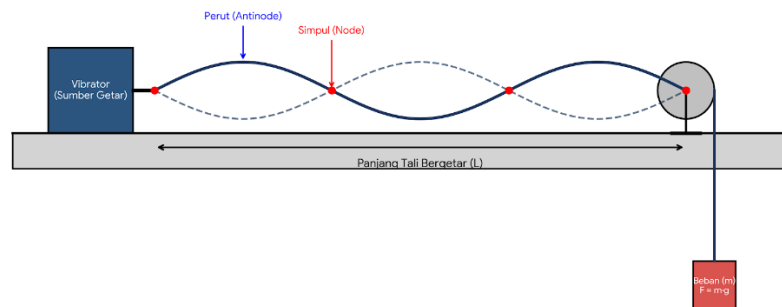
- ✓ **Menentukan frekuensi harmonik**
 1. Tentukan jenis tali yang akan digunakan
 2. Ukur Panjang tali
 3. Atur alat seperti gambar 3 (tali dari vibrator diikat ke statif)

4. Atur frekuensi hingga menghasilkan harmonik gelombang pertama ($\frac{1}{2} \lambda$) pada tali
5. Catat sebagai frekuensi pertama (f_1)
6. Ukur Panjang gelombang (λ) dan amplitudonya (A)
7. Ulangi Langkah 4 dengan mengubah frekuensi hingga menghasilkan harmonik ke 2, ke 3 dan ke 4
8. Ukur Panjang gelombang masing-masing frekuensi harmonik (f_2), (f_3) dan (f_4)
9. Ulangi Langkah 2-8 dengan jenis tali yang berbeda
10. Catat hasil pengamatan pada tabel 2
11. Hitung nilai cepat rambat gelombang menggunakan regresi linier dari Panjang gelombang dan frekuensi



Gambar 3. Rangkaian percobaan gelombang melde

- ✓ **Hubungan frekuensi dengan tegangan tali (F) (faktor yang mempengaruhi cepat rambat gelombang tali)**



Gambar 4. Rangkaian percobaan gelombang melde dengan katrol

1. Ikatkan tali pada vibrator dan pada ujung katrol, tambahkan beban sebagai penggantung seperti pada **Gambar 4**.
2. Ukur panjang tali dari vibrator sampai tali yang bersentuhan dengan katrol.
3. Atur frekuensi sehingga membentuk dua gelombang (1 gelombang penuh).
4. Lakukan penambahan beban secara bertahap tanpa mengubah frekuensi, Catat massa beban dan panjang gelombang (λ) yang dihasilkan untuk setiap variasi beban.
5. Hitung nilai tegangan tali (F) dan cepat rambat gelombang (v).
6. Ulangi Langkah 1-5 dengan Panjang tali yang berbeda

7. Tentukan nilai kerapatan tali menggunakan regresi linear F terhadap v^2

C. Tabel pengamatan

Tabel 1. Massa tali dan Panjang tali

No.	Jenis Tali	Massa (Kg)	Panjang (m)	$\mu = \frac{m_{\text{tali}}}{L_{\text{total}}}$ (kg/m)

Tabel 2. Data pengamatan frekuensi harmonik

f (Hz)	Periode $\frac{1}{f}$ (s)	λ (m)	A (m)	v (m/s)
$f_1 =$				
$f_2 =$				
$f_3 =$				
$f_4 =$				

Tabel 3. Data Hasil frekuensi dengan tegangan tali (F)

f (Hz)	$\frac{1}{f}$ (s)	Massa (Kg)	λ (m)	F (kg.m/s ²)	v (m/s)	v^2 (m ² /s ²)

4. ANALISIS

1. Berdasarkan Tabel 2, gambarkan grafik hubungan antara periode $\frac{1}{f}$ (sumbu x) Dan panjang gelombang λ (pada sumbu y). Catat persamaan nilai cepat rambat gelombang yang dihasilkan dan Jelaskan
2. Berdasarkan Tabel 3, gambarkan dan jelaskan grafik antara kuadrat kecepatan v^2 (sumbu x) dan tegangan F (sumbu y). Catat persamaan nilai yang dihasilkan.
3. Dari hasil pada Tabel 3, jelaskan dan tentukan kerapatan tali berdasarkan hubungan antara kecepatan, tegangan dan panjang gelombang.
4. Hitung nilai error/galat dari rapat massa tali μ_{exp} dan $\mu_{\text{perhitungan}}$ berdasarkan data pada tabel 3

CONTOH FORMAT SAMPUL LAPORAN

LAPORAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

..... (judul percobaan).....
Asisten:

Disusun oleh:

Nama :.....
NIM :.....
Jurusan :.....
Kelas :.....
Kelompok :.....
Tanggal Prak. :.....



**LABORATORIUM FISIKA DASAR
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

FORMAT LAPORAN

BAB I : PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

I.2 Tujuan

BAB II : DASAR TEORI

BAB III : METODOLOGI

1.1 Gambar Percobaan

1.2 Alat dan Bahan

1.3 Langkah Percobaan

BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1.1 Data Hasil Percobaan

1.2 Perhitungan

1.3 Pembahasan

BAB V : PENUTUP

1.1 Kesimpulan

1.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

**LAPORAN SEMENTARA
PRAKTIKUM FISIKA DASAR I**

LAB FISDAS MTU

<u>Tanggal Praktikum:</u>	<u>Paraf Asisten</u>