

HUKUM OHM

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

2. KOMPETENSI DASAR.

Menganalisis percobaan listrik dinamis dalam suatu rangkaian serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang listrik, khususnya tentang Hukum Ohm untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari hubungan antara kuat arus listrik (i) searah dengan beda potensial (V) dalam suatu rangkaian tertutup.
- b. Melatih peserta didik dalam membaca dan menganalisis grafik fungsi i terhadap V .
- c. menginterpretasi hasil percobaan kelistrikan
- d. melatih siswa menemukan konsep hukum ohm dari hasil percobaan.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Sumber tegangan yang dapat diubah.
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Hambatan Listrik
5. Kabel konduktor
6. Kertas grafik.

b. Konsep Fisika.

Hukum Ohm menyatakan bahwa:

Kenaikan kuat arus dalam sebuah rangkaian tertutup adalah secara linier sebanding dengan kenaikan beda potensial dalam rangkaian tersebut.

Jadi secara simbolis, hukum Ohm dapat dinyatakan sebagai berikut:

$i \sim V$ (Baca: kuat arus sebanding dengan beda potensial pangkat satu).

Sehingga untuk menjadi persamaan, simbol tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk:

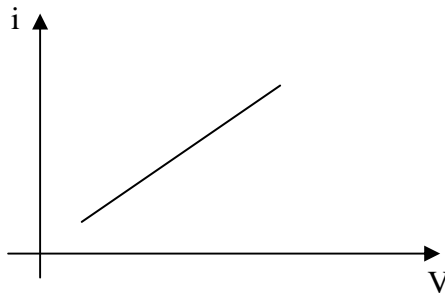
$$i = c V, \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana c = adalah sebuah besaran fisika yang nilainya tetap untuk rangkaian tertutup tersebut. Nilai c ini adalah setara dengan nilai $1/R$, dimana R adalah hambatan total dalam rangkaian tertutup. Jadi, persamaan (1) dapat ditulis sebagai berikut:

$$i = V/R. \quad \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (2) inilah yang sesungguhnya menyatakan Hukum Ohm yang benar. Dengan demikian, kita dapat menentukan variabel bebas dan variabel terikat dari persamaan (2) di atas. Variabel bebas adalah variabel yang nilainya/besarnya dapat diubah secara bebas dalam pratikumnya, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang nilainya/besarnya mengikuti variabel bebas. Nilai variabel terikat biasanya diperoleh dari pengukuran langsung.

Grafik kuat arus (i) sebagai fungsi beda potensial (V) hasil percobaan dapat diperkirakan bentuknya seperti dalam Gambar-1 di bawah ini.



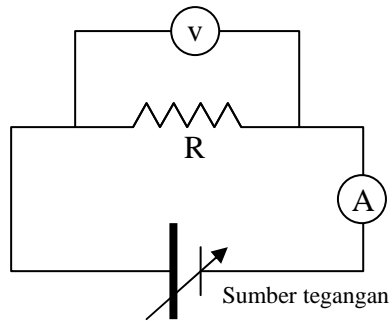
Gambar-1 Bentuk grafik i sebagai fungsi V untuk Hukum Ohm.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

- Siswa diminta untuk merangkai sebuah rangkaian tertutup yang terdiri dari sebuah hambatan listrik (R), dan sebuah sumber tegangan (V). Alat ukur amperemeter (A) dan voltmeter (v) dipasang pada rangkaian tersebut sesuai dengan aturan

penggunaan alat-alat ukur tersebut, seperti ditunjukkan dalam Gambar-2 di bawah ini.



Gambar-2. Rangkaian Praktikum Hukum Ohm.

- Selanjutnya siswa diminta melakukan praktikum dengan cara mengubah nilai beda potensial (V) dan mengukur nilai kuat arus (i) untuk setiap nilai V yang berbeda.
- Siswa diminta untuk membuat tabel hasil pengamatan untuk mencatat data hasil pengukuran. Bentuk tabel diserahkan kepada siswa. Salah satu bentuk tabel yang mungkin dibuat siswa adalah seperti Tabel-1 di bawah ini.

Tabel-1 Hasil Pengamatan

Nilai Hambatan (R) =Ohm.

No	V (volt)	i (miliampere)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

d. Data dan analisis data.

Siswa diminta untuk menentukan, kira-kira data apa saja yang harus dikumpulkan dalam praktikum ini. Selanjutnya, mereka diminta untuk menentukan data apa yang ditentukan dengan bebas, dan data mana yang diukur dari praktikum itu. Terakhir, mereka diminta untuk menentukan mana variabel bebas dan mana variabel terikat dari data yang harus dikumpulkan itu.

Kita berharap siswa dapat menyebutkan bahwa:

- data yang harus dikumpulkan adalah data tentang nilai kuat arus listrik (i) dan beda potensial (V);

- data yang ditentukan nilainya dengan bebas adalah beda potensial, dan data yang diukur dari praktikum adalah kuat arus listrik (i).
- variabel bebas adalah V dan variabel terikat adalah i .

Kemudian siswa diminta membuat grafik i sebagai fungsi V dalam kertas grafik yang disediakan oleh guru. Bentuk grafik yang dihasilkan siswa diharapkan sama seperti bentuk grafik dalam Gambar-1 di atas.

e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, siswa diminta untuk menginterpretasi data/grafik hasil praktikum tersebut. Hasil interpretasi grafik yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut (lihat Gambar-1 di atas).

- Dari grafik yang dihasilkan, kita dapat melihat bahwa makin besar nilai beda potensial, makin besar nilai kuat arus yang mengalir dalam rangkaian tertutup. Dari sini dapat kita interpretasikan bahwa kenaikan kuat arus listrik (i) dalam sebuah rangkaian tertutup adalah sebanding dengan kenaikan beda potensial (V).
- Karena bentuk grafik i sebagai fungsi V adalah berupa garis lurus, maka kita katakan bahwa kuat arus secara linier sebanding dengan beda potensial.
- Grafik fungsi tersebut adalah melalui titik $(0,0)$. Ini dapat diinterpretasikan bahwa jika tidak ada beda potensial, maka tidak ada kuat arus yang mengalir dalam rangkaian tertutup.

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

Dari hasil analisa dan interpretasi data dapat disimpulkan bahwa: **kenaikan kuat arus listrik (i) dalam suatu rangkaian tertutup adalah secara linier sebanding dengan kenaikan beda potensial. Sehingga secara simbolis dapat ditulis dalam bentuk $i \sim V$.** Sampai di sini tujuan utama praktikum telah dicapai. Selanjutnya untuk melanjutkan sampai ke persamaan $i = V/R$, guru harus membimbingnya seperti diterangkan di atas.

===== 0000 =====

RESONANSI BUNYI DALAM KOLOM UDARA.

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami konsep dan penerapan getaran, gelombang bunyi dalam produk teknologi sehari-hari.

2. KOMPETENSI DASAR.

Mendeskrripsikan konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari, khususnya tentang resonansi bunyi dalam kolom udara untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan konsep, inkuiri, dan *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari hubungan antara cepat rambat bunyi (v), frekuensi bunyi, dan panjang gelombang bunyi.
- b. Melatih peserta didik dalam menentukan cepat rambat bunyi di udara melalui praktikum.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

- Set tabung resonansi.
- Selang air plastik.
- wadah air.
- Audio generator (300 Hz- 3 kHz) + amplifier dan speaker.
- Statif ($t = 100$ cm).
- penyangga tabung resonansi.

b. Konsep Fisika.

Kecepatan (v) bunyi merambat dalam udara sesungguhnya bergantung pada:

- a. tekanan udara (P),
- b. suhu udara (T),
- c. jumlah mol zat dalam udara (m).

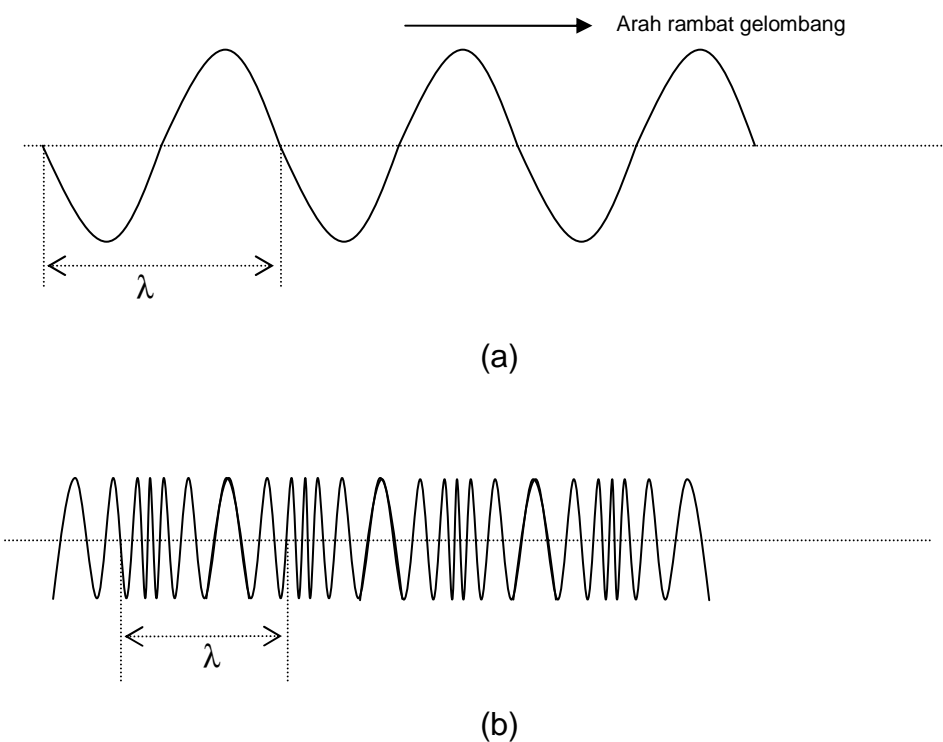
Namun demikian, jika P , T , dan m udara tidak berubah, maka kecepatan (v) bunyi merambat dalam udara juga tetap. Untuk gerak dengan laju tetap, nilai kecepatannya dapat dinyatakan sebagai hasil bagi perpindahan terhadap waktu yang diperlukan untuk perpindahan tersebut. Mengingat rambatan bunyi dalam udara berbentuk gelombang, maka bunyi memiliki besaran-besaran

gelombang seperti frekuensi (f), perioda (T), panjang gelombang (λ), dan amplitudo gelombang (A).

Frekuensi gelombang didefinisikan sebagai jumlah gelombang yang melalui satu titik pada medium per satu detik. Sehingga satuan frekuensi bunyi adalah 1/detik atau sering disebut Hertz dan disingkat Hz.

Perioda gelombang adalah waktu yang diperlukan gelombang untuk merambat sejauh satu gelombang. Satuan perioda dalam Sistem Satuan Internasional (SI) adalah detik. Sehingga hubungan antara frekuensi dan perioda adalah $T = 1/f$.

Panjang gelombang (λ) adalah jarak yang ditempuh oleh satu gelombang dalam satu perioda. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar gelombang transversal dan longitudinal di bawah ini.



Gambar-1. Panjang gelombang untuk (a) gelombang transversal dan (b) gelombang Longitudinal.

Dengan demikian, kecepatan bunyi merambat dalam udara dapat dinyatakan dengan persamaan

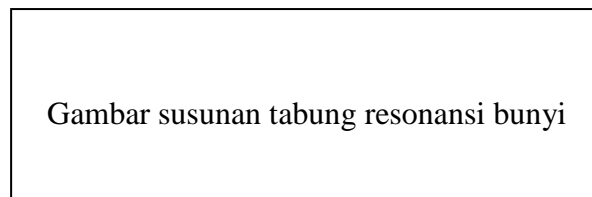
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \dots\dots\dots (1)$$

dimana λ adalah panjang gelombang dan T adalah perioda gelombang.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

Siswa diminta untuk menyusun alat-alat percobaan seperti ditunjukkan dalam Gambar di bawah.



Gambar-2. Susunan alat resonansi bunyi dalam kolom udara.

1. Pada posisi wadah penampung air sejajar dengan permukaan tabung resonansi, isilah tabung resonansi dengan air sampai hampir penuh.
2. Pastikan loudspeaker dari audio generator tepat di atas permukaan tabung resonansi.
3. Nyalakan audio generator, dan atur frekuensinya pada suatu nilai tertentu, misalnya $f_1 = 700$ Hz. Catatlah nilai frekuensi ini pada lembar pengamatan atau buku catatan.
4. Atur volume suara yang terdengar sedemikian rupa sehingga enak didengar.
5. Turunkan wadah penampung air sambil mengamati suara resonansi pertama (ditandai dengan suara dengung yang lebih keras). Tandai posisi jarak pada tabung resonansi ini, dan catatlah nilai posisi jarak ini dalam satuan centimeter (cm). Beri simbol dengan L_1 , dan catatlah nilai L_1 dalam lembar pengamatan atau buku catatan.
6. Selanjutnya, terus turunkan wadah penampung air tersebut sampai memperoleh suara dengung kedua. Tandai posisi jarak pada tabung resonansi untuk dengung kedua tersebut. Beri simbol dengan L_2 , dan catatlah L_2 ini dalam lembar pengamatan atau buku catatan.
7. Jika masih dimungkinkan untuk terus menurunkan wadah penampung air sampai memperoleh bunyi dengung ketiga, silahkan lanjutkan. Jika tidak, cukup sampai memperoleh nilai

L_1 dan L_2 saja. Jarak antara L_1 dan L_2 adalah sama dengan $\frac{1}{2} \lambda$.

8. Ulangi langkah nomor 3 sampai langkah nomor 7 untuk nilai frekuensi yang berbeda-beda.
9. Catatlah semua data hasil pengamatan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini.

Tabel-1 Hasil Pengamatan

No	Frekuensi (Hz)	L_1 (cm)	L_2 (cm)	$\frac{1}{2} \lambda = (L_2 - L_1)$	λ (cm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

d. Data dan analisis data.

1. Untuk setiap frekuensi, siswa diminta untuk menentukan kecepatan bunyi merambat dalam udara dengan menggunakan data dalam tabel dan persamaan (1) di atas.
2. Tentukan nilai rata-rata kecepatan bunyi merambat dalam udara. Nyatakan dalam satuan cm/detik dan m/detik.

e. Interpretasi data.

Dari hasil analisa data, siswa diminta untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut untuk membantu menginterpretasikan data hasil pengamatan.

- a. Untuk setiap nilai frekuensi yang berbeda, apakah nilai L_1 dan L_2 selalu sama?
- b. Untuk setiap nilai frekuensi yang berbeda, apakah selisih nilai $L_2 - L_1$ selalu sama?
- c. Untuk setiap nilai frekuensi yang berbeda, apakah nilai kecepatan bunyi merambat dalam udara selalu sama?
- d. Jelaskan alasan jawaban kalian untuk pertanyaan-pertanyaan a, b, dan c.

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

Dari hasil analisa dan interpretasi data dapat disimpulkan bahwa:

- a. nilai rata-rata kecepatan bunyi merambat dalam udara adalah cm/detik atau m/detik.
- b. Kecepatan bunyi merambat di udara bergantung/tidak bergantung* pada frekuensi bunyi. *) coret yang tidak perlu sesuai dengan hasil pengamatan.

=====0000=====

GERAK JATUH BEBAS

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami gejala-gejala alam melalui pengamatan

2. KOMPETENSI DASAR.

Menganalisis data percobaan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang Gerak, khususnya tentang Gerak Jatuh Bebas sebagai ilustrasi gerak lurus berubah beraturan, untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mendemostrasikan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).
- b. Menentukan nilai percepatan gravitasi bumi secara eksperimen.
- c. Menunjukkan bahwa untuk GLBB, jarak adalah fungsi kuadrat dari waktu tempuh.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Kit gerak jatuh bebas
2. Elektromagnet
3. Bola besi
4. Sensor optik untuk start
5. Sensor optik untuk stop
6. Scaler timer.

b. Konsep Fisika.

Dilihat dari segi keteraturan, gerak suatu benda dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok besar yaitu: gerak beraturan dan gerak tidak beraturan. Dan dilihat dari bentuk lintasannya, gerak suatu benda dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu: gerak lurus dan gerak lengkung.

Gerak lurus dapat dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) macam gerak, yaitu: gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), dan gerak lurus berubah tidak beraturan (GLBTB).

Dalam GLB suatu benda, laju benda tidak pernah berubah. Sedangkan dalam GLBB, laju benda senantiasa berubah secara beraturan setiap detik. Dalam GLBTB laju benda selalu berubah, tapi perubahannya tidak beraturan.

Persamaan untuk GLB sangat sederhana, yaitu:

$$v = x/t, \text{ atau } x = v \cdot t \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana v adalah laju benda, x adalah nilai perpindahan atau dengan kata lain jarak yang ditempuh benda, dan t adalah waktu tempuh benda.

Persamaan gerak untuk GLBB adalah:

$$v = v_0 + at, \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana v_0 adalah laju awal, dan a adalah penambahan kecepatan benda per detik atau sering disebut percepatan benda.

Jarak tempuh untuk sebuah GLBB dinyatakan oleh persamaan:

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

Jika laju awal (v_0) adalah nol, maka persamaan (2) dan (3) menjadi sederhana, yaitu

$$v = at,$$
$$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2.$$

Sehingga dengan mengetahui jarak tempuh dan waktu tempuh suatu GLBB, kita dapat menentukan nilai percepatan benda tersebut.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

1. Siswa diminta untuk merangkai alat percobaan Gerak Jatuh Bebas seperti ditunjukkan dalam Gambar-1 di bawah.

Tambahkan Gambar alat Gerak Jatuh Bebas

2. Gambar-1. Rangkaian alat Gerak Jatuh Bebas.

3. Nyalakan *power supply* untuk elektromagnetik.
4. Tempelkan bola besi atau bola lain yang dapat ditarik oleh medan magnet, tepat pada sisi bawah elektromagnetik.
5. Tempatkan pasangan sensor “start” tepat di bawah bola besi yang dipegang oleh elektromagnetik (pada lubang paling atas).
6. Tempatkan pasangan sensor “stop” pada suatu jarak tertentu (x), misalnya $x = 70$ cm dari sensor start.
7. Nyalakan scaler timer sebagai pencatat waktu jatuh.
8. Matikan *power supply* untuk elektromagnetik, sehingga bola besi jatuh bebas.
9. Catatlah waktu yang ditunjukkan oleh *scaler timer*.
10. Tekan tombol “reset” pada scaler timer untuk mengembalikan ke posisi nol.
11. Ulangi langkah-langkah percobaan diatas untuk jarak yang berbeda-beda minimal sebanyak 5 (lima) kali lagi.
12. Catat semu data hasil pengamatan dalam tabel seperti di bawah ini.

Tabel-1 Hasil Pengamatan

No	x (cm)	Waktu (detik)	g (cm/detik ²)
1	70	
2			
3			
4			
5			
6			
	Rata-rata g:		

d. Analisis data.

1. Tentukanlah nilai percepatan gravitasi bumi (g) untuk setiap jarak x dan waktu tempuh t dalam tabel di atas.
2. Tentukan nilai rata-rata percepatan gravitasi bumi (g).
3. Kemudian siswa diminta membuat grafik x sebagai fungsi t dalam kertas grafik yang disediakan oleh guru. Bentuk grafik yang dihasilkan siswa diharapkan berbentuk grafik fungsi kuadrat.

e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, siswa diminta untuk menginterpretasi data/grafik hasil praktikum tersebut. Hasil interpretasi grafik yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut

- Dari grafik yang dihasilkan, kita dapat melihat bahwa makin lama benda jatuh bebas, jarak tempuh jatuh bebas besar secara kuadratik, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan benda tidak tetap, melainkan makin lama makin cepat.

- Karena bentuk grafik jarak tempuh (x) terhadap waktu tempuh (t) berbentuk kuadratik yang teratur, berarti nilai pertambahan kecepatan (percepatan) pun teratur.
- Percepatan benda jatuh bebas adalah percepatan gravitasi bumi (g).
- Karena jarak tempuh benda jatuh bebas dalam percobaan ini relatif pendek (tidak lebih dari 2 meter), maka nilai g juga relatif tetap.
- Dari data hasil percobaan dalam tabel pengamatan di atas, dapat dilihat bahwa nilai percepatan tidak bergantung pada jarak, dan nilainya hampir sama.

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

1. Gerak jatuh bebas adalah merupakan gerak lurus berubah beraturan.
2. Nilai percepatan gravitasi bumi di tempat eksperimen dilakukan adalah Cm/detik².

Untuk jarak tempuh yang relatif pendek, nilai g relatif sama.

===== 0000 =====

HUKUM BIOT-SAVART

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

2. KOMPETENSI DASAR.

Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang listrik-magnet, khususnya tentang Hukum Biot Savart yang melandasi konsep induksi elektromagnetik oleh arus listrik. Buku pedoman ini dimaksud untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi/praktikum (bergantung jumlah set alat yang tersedia) dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari hubungan antara kuat arus listrik dengan induksi medan magnet. Dengan kata, menunjukkan adanya induksi medan magnet oleh arus listrik.
- b. Mempelajari kuat medan magnet sebagai fungsi jarak dari kuat arus ke suatu titik dimana kuat medan magnet diukur.
- c. Mempelajari hubungan antara kuat arus listrik dengan kuat medan magnet di suatu titik.
- d. Melatih peserta didik dalam membaca dan menganalisis grafik fungsi B terhadap i dan B terhadap $1/r$.
- e. menginterpretasi hasil percobaan induksi elektromagnetik di sekitar arus listrik.
- f. melatih siswa menemukan konsep hukum Biot-Savart dari hasil percobaan.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Sumber arus yang variabel (dapat diubah nilainya)
2. Kawat tembaga (konduktor), dengan diameter minimal 1 mm.
3. Kabel penghubung (konduktor).
4. Ampere meter (0 – 10 A).
5. Magnet jarum/magnet kompas.
6. Statif penyangga konduktor.
7. Plastik isolator antara kawat tembaga dan statif penyangga.
8. Mistar plastik 30 cm.

b. Konsep Fisika.

Sudah diketahui sejak lama bahwa di sekitar aliran arus listrik akan muncul medan magnet. Medan magnet ini sering disebut elektromagnet, karena muncul akibat adanya aliran arus listrik. Jadi berbeda dengan magnet alam yang muncul dengan sendirinya pada benda-benda bermagnet secara alami.

Elektromagnet tersebut muncul akibat induksi yang dihasilkan oleh arus listrik. Oleh karena itu, sering kita kenal konsep induksi elektromagnet. Besar-kecilnya induksi ini sangat bergantung pada beberapa hal, terutama bergantung pada:

- a. kuat arus listrik yang mengalir.
- b. Jarak dari kuat arus ke suatu titik dimana induksi elektromagnetik diukur.

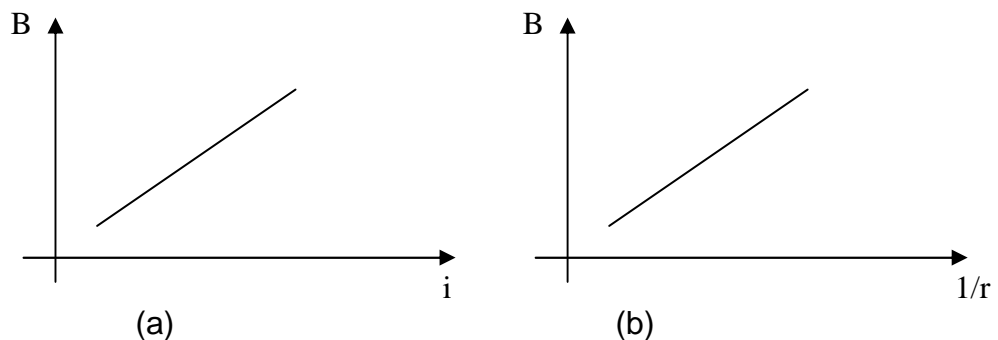
Jika aliran arus listrik dibuat geometri dibuat lengkung dan teratur, seperti dalam solenoida atau toroida, maka besar-kecilnya induksi elektromagnet di suatu titik juga bergantung pada jumlah lilit per satuan panjang ($n = N/L$, dimana n = jumlah lilitan per satuan panjang, N = jumlah lilitan, L = panjang solenoida atau keliling toroida).

Kuat medan elektromagnetik di suatu titik yang berjarak r dari kawat sangat panjang berarus listrik i dinyatakan dalam bentuk persamaan konsep:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}, \dots\dots\dots (1)$$

dimana B adalah kuat medan induksi elektromagnet, μ_0 = konstanta permeabilitas = $4\pi \times 10^{-7}$ tesla . meter/ampere = $4\pi \times 10^{-7}$ T. m/A = $1,26 \times 10^{-7}$ T.m/A, i adalah kuat arus listrik, dan r adalah jarak tegak lurus dari arus listrik, serta $\pi = 3,14$. Persamaan konsep (1) ini sering disebut Hukum Biot-Savart.

Dari persamaan konsep (1) di atas dapat dilihat bahwa B secara linier sebanding dengan i dan berbanding terbalik dengan r . Jadi, makin besar kuat arus listrik, makin besar kuat medan magnet dan makin besar jarak dari arus listrik, makin kecil kuat medan magnet. Sehingga secara grafik kita dapat menunjukkan bahwa B sebagai fungsi i dan B sebagai fungsi $1/r$ dapat dinyatakan oleh Gambar 1 (a) dan (b)



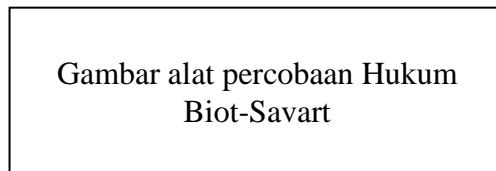
Gambar-1 Bentuk grafik B sebagai fungsi I dan B sebagai fungsi 1/r.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

c.1 Mempelajari B sebagai fungsi i.

1. Siswa diminta untuk merangkai alat percobaan Hukum Biot-Savart seperti ditunjukkan dalam Gambar 2 di bawah.



Gambar-2. Rangkaian Percobaan Hukum Biot-Savart.

2. Pasanglah kawat tembaga (konduktor) pada suatu jarak tertentu dari jarum magnet kompas, misalnya $r = 1 \text{ cm}$.
3. Putar tombol tegangan dalam power supply pada posisi minimum.
4. Nyalakan power supply untuk mengalirkan arus ke dalam rangkaian.
5. Mulailah melakukan percobaan dengan cara mengubah kuat arus listrik dan mencatat sudut simpangan magnet kompas. Besar sudut simpangan magnet kompas ini secara tidak langsung menyatakan kuat medan induksi magnetik di tempat kompas.
6. Masukkan data hasil pengukuran ke dalam tabel berikut.

Tabel-1 Hasil Pengamatan

Jarak dari kompas ke arus listrik = 1 cm

No	i (ampere)	Sudut simpangan ($\sim B$)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

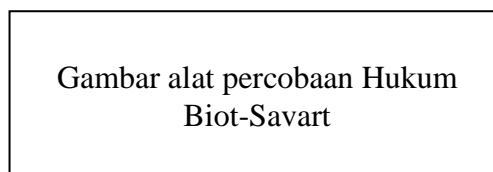
9		
10		

7. Buatlah grafik B sebagai fungsi i.

Catatan: dalam rangkaian disediakan lampu pijar. Maksud penggunaan lampu pijar ini adalah sebagai pengaman agar tidak terjadi hubungan singkat antara kutub positif dan kutub negatif power supply. Jika lampu ini putus, maka harus segera diganti.

c.2 Mempelajari B sebagai fungsi $1/r$.

1. Siswa diminta untuk merangkai alat percobaan Hukum Biot-Savart seperti ditunjukkan dalam Gambar 3 di bawah.



Gambar-3. Rangkaian Percobaan Hukum Biot-Savart.

- Pasanglah kawat tembaga (konduktor) pada suatu jarak tertentu dari jarum magnet kompas, misalnya $r = 0,5$ cm.
- Putar tombol tegangan dalam power supply pada posisi minimum.
- Nyalakan power supply untuk mengalirkan arus ke dalam rangkaian.
- Aturlah tombol tegangan dalam power supply sehingga kuat arus listrik mengalir dalam rangkaian, misalnya $i = 1$ ampere. Selama percobaan, nilai kuat arus ini harus selalu dipertahankan tetap.
- Mulailah melakukan percobaan dengan cara mengubah jarak kawat tembaga ke magnet jarum kompas makin jauh, dengan penambahan jarak sebesar 1 cm. Catatlah besar sudut simpangan jarum magnet kompas untuk setiap jarak yang digunakan.
- Masukan data hasil pengamatan ke dalam tabel berikut.

Tabel-2 Hasil Pengamatan

Kuat arus listrik = ampere

No	r (cm)	Sudut simpangan ($\sim B$)
1	0,5	
2	1,0	
3	1,5	
4	2,0	
5		
6		

7		
8		
9		
10	Dst.	

8. Buatlah grafik B sebagai fungsi $1/r$.

Catatan: dalam rangkaian disediakan lampu pijar. Maksud penggunaan lampu pijar ini adalah sebagai pengaman agar tidak terjadi hubungan singkat antara kutub positif dan kutub negatif power supply. Jika lampu ini putus, maka harus segera diganti.

d. Data dan analisis data.

Siswa diminta untuk menentukan, kira-kira data apa saja yang harus dikumpulkan dalam praktikum ini. Selanjutnya, mereka diminta untuk menentukan data apa yang ditentukan dengan bebas, dan data mana yang diukur dari praktikum itu. Terakhir, mereka diminta untuk menentukan mana variabel bebas dan mana variabel terikat dari data yang harus dikumpulkan itu.

Kita berharap siswa dapat menyebutkan bahwa:

- data yang harus dikumpulkan adalah data tentang nilai kuat arus listrik (i), jarak dari arus listrik ke jarum kompas (r), dan kuat medan magnet (B)
- data yang ditentukan nilainya dengan bebas adalah kuat arus listrik dan jarak (r), dan data yang diukur dari praktikum adalah kuat medan magnet (B).
- variabel bebas adalah i dan r , sedangkan variabel terikat adalah B .

Kemudian siswa diminta membuat grafik B sebagai fungsi i dan grafik B sebagai fungsi $1/r$, dalam kertas grafik yang disediakan oleh guru. Bentuk grafik yang dihasilkan siswa diharapkan sama seperti bentuk grafik dalam Gambar-1 (a) dan (b) di atas.

e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, siswa diminta untuk menginterpretasi data/grafik hasil praktikum tersebut. Hasil interpretasi grafik yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut (lihat Gambar-1 (a) dan (b) di atas).

- Dari grafik yang dihasilkan (seperti grafik dalam Gambar-1 (a) dan (b)), kita dapat melihat bahwa makin besar nilai kuat arus listrik, makin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Di sini kita dapat menginterpretasikan bahwa kuat medan magnet induksi di sekitar konduktor berarus listrik adalah sebanding dengan kenaikan kuat arus listrik (i) dan berbanding terbalik dengan jarak (r).
- Karena bentuk grafik B sebagai fungsi i dan grafik B sebagai fungsi $1/r$ keduanya berupa garis lurus, maka kita katakan bahwa kuat medan magnet induksi secara linier sebanding

dengan kuat arus listrik (i) dan $1/r$, atau secara linier pula berbanding terbalik dengan jarak (r).

- Grafik fungsi B terhadap i adalah melalui titik $(0,0)$. Ini dapat diinterpretasikan bahwa jika tidak ada kuat arus listrik, maka tidak ada induksi elektromagnetik.

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

Dari hasil analisa dan interpretasi data dapat disimpulkan bahwa: **kenaikan induksi elektromagnetik di sekitar arus listrik adalah secara linier sebanding dengan kenaikan kuat arus (i) dan sebanding dengan $1/r$. Sehingga secara simbolis, kuat induksi elektromagnetik (B) dapat ditulis dalam bentuk $B \sim i/r$.** Sampai di sini tujuan utama praktikum telah dicapai. Selanjutnya untuk melanjutkan sampai ke persamaan (1) di atas, guru boleh memasukkan konstanta permeabilitas.

===== 0000 =====

PERCOBAAN MELDE

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami konsep dan penerapan gelombang dalam produk teknologi sehari-hari.

2. KOMPETENSI DASAR.

Mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang serta parameter-parameternya

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang rambatan gelombang mekanik dalam suatu medium, khususnya rambatan gelombang dalam tali, untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari hubungan antara panjang tali, massa tali, tegangan tali, dan frekuensi gelombang berdiri dalam tali.
- b. Melatih peserta didik dalam membaca dan menganalisis grafik fungsi kecepatan frekuensi terhadap jumlah gelombang berdiri (n).
- c. menginterpretasi hasil percobaan Melde.
- d. Menentukan tegangan tali secara eksperimen.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Audio generator dan vibrator.
2. Benang nilon.
3. Katrol.
4. Beban/anak timbangan yang bervariasi.
5. Cawan tempat anak timbangan.

b. Konsep Fisika.

Dengan menggunakan Hukum kedua Newton, kita dapat menurunkan persamaan konsep kecepatan gelombang merambat dalam tali. Secara matematika, persamaan konsep yang diperoleh dari Hukum kedua Newton dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}, \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana v = laju gelombang merambat dalam tali, T = tegangan dalam tali, dan μ adalah massa jenis linier tali yang dinyatakan dalam satuan: gram/meter atau kilogram/meter.

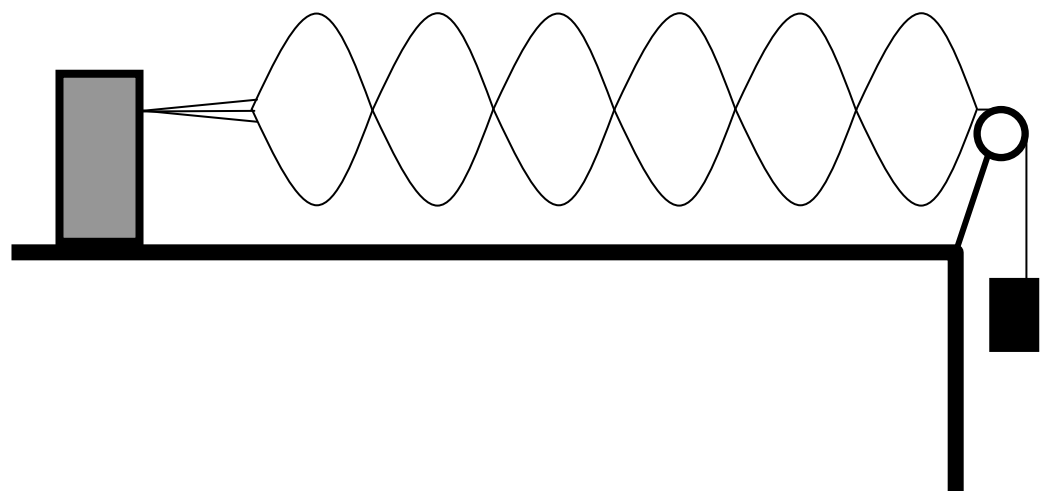
Dari persamaan (1) kita melihat bahwa cepat rambat gelombang sebanding dengan akar tegangan tali. Tetapi kecepatan gelombang merambat dalam tali juga dapat dinyatakan dengan persamaan konsep:

$$v = \lambda \cdot f, \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana λ = adalah panjang gelombang dan f = frekuensi gelombang.

Dalam percobaan Melde, satu ujung benang nilon diikatkan pada vibrator (penggetar) dari *audio generator* dan ujung lainnya melalui katrol diikatkan pada beban yang berfungsi sebagai pembangkit tegangan pada benang nilon.

Dengan mengatur frekuensi dari audio generator, gelombang berdiri dapat timbul pada benang seperti ditunjukkan dalam Gambar-1 di bawah.



Gambar-1 Gelombang Stasioner (berdiri) dalam percobaan Melde.

Dalam percobaan Melde, gelombang merambat dalam dua arah, yaitu gelombang datang dan gelombang pantul. Gelombang datang berasal dari vibrator dan gelombang pantul berasal dari pantulan gelombang diujung benang dekat katrol. Paduan (superposisi) kedua gelombang ini akan menghasilkan gelombang stasioner (gelombang berdiri). Gelombang berdiri tidak merambat dalam tali, tetapi tetap ada dalam bentuk yang tidak berubah selama kondisi tali tidak berubah. Gelombang berdiri ini tidak akan terjadi jika frekuensi vibrator (frekuensi audio generator) tidak sama dengan frekuensi resonansi tali. Jika frekuensi vibrator tepat sama dengan salah satu frekuensi resonansi tali, maka gelombang berdiri akan terbentuk, sehingga simpul dan perut akan jelas tampak.

Panjang gelombang dari gelombang berdiri ditentukan oleh kondisi bahwa jumlah setengah panjang gelombang (n) harus sama dengan panjang tali. Sehingga:

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{atau} \quad \lambda = 2L/n \quad \dots\dots\dots (3)$$

Gabungkan persamaan konsep (1), (2) dan (3) dan selesaikan untuk frekuensi, kita akan peroleh persamaan konsep:

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \cdot n \quad \dots\dots\dots (4)$$

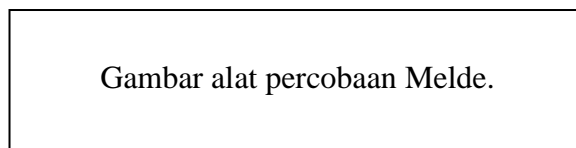
Dalam Gambar-1 di atas nilai n adalah 6 (enam). Pada dasarnya, n dapat pula diartikan sama dengan jumlah perut gelombang stasioner.

Persamaan (4) menunjukkan bahwa gelombang stasioner tidak dapat muncul secara sembarangan, tetapi harus memenuhi frekuensi resonansi yang akan menghasilkan $n/2$ buah gelombang dalam tali. Persamaan konsep ini menunjukkan pula bahwa frekuensi resonansi adalah merupakan fungsi n . Ketika gelombang berdiri sudah terbentuk, frekuensi resonansi pada dasarnya sama dengan frekuensi audio generator.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

1. Siswa diminta untuk merangkai alat percobaan Melde seperti ditunjukkan dalam Gambar-1.



Gambar-1. Rangkaian alat Percobaan Melde.

2. Selanjutnya siswa diminta melakukan praktikum. Letakan beban (anak timbangan) sebesar 100 gram ke dalam cawan.

3. Ukur panjang tali antara vibrator dan katrol, catat hasilnya.
4. Timbang massa tali, dan catat hasilnya.
5. Hitung massa per satuan panjang tali (μ), dan catat hasilnya.
6. Atur tombol frekuensi pada audio generator pada posisi minimum.
7. Nyalakan audio generator dan pastikan vibrator bergetar dengan amplitudo cukup teramati.
8. Amati bentuk gelombang pada tali.
9. Perbesar frekuensi audio generator sedemikian rupa sampai terbentuk gelombang berdiri.
10. Hitunglah jumlah perut (n) gelombang berdiri yang muncul dalam tali.
11. catat frekuensi audiogenerator saat ini yang menghasilkan gelombang berdiri tersebut.
12. Ulangi langkah 7 sampai langkah 9 untuk frekuensi yang lain.
13. Siswa diminta untuk membuat tabel hasil pengamatan untuk mencatat data hasil pengukuran. Bentuk tabel diserahkan kepada siswa. Salah satu bentuk tabel yang mungkin dibuat siswa adalah seperti Tabel-1 di bawah ini.

Hasil Pengamatan

Panjang tali =cm

Massa per satuan panjang tali (μ) = gram/cm

Massa beban = gram.

Tabel-1

No	Frekuensi (Hz)	n
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

14. Ulangi percobaan tersebut di atas untuk massa beban yang lain, misal: 50 gram, 150 gram, dan 200 gram. Bandingkan hasilnya.

d. Data dan analisis data.

Siswa diminta untuk menentukan, kira-kira data apa saja yang harus dikumpulkan dalam praktikum ini. Selanjutnya, mereka diminta untuk menentukan data apa yang ditentukan dengan bebas, dan data mana yang diukur dari praktikum itu. Terakhir, mereka diminta untuk

menentukan mana variabel bebas dan mana variabel terikat dari data yang harus dikumpulkan itu.

Kita berharap siswa dapat menyebutkan bahwa:

- data yang harus dikumpulkan adalah data panjang tali (L), massa per satuan panjang tali (μ), frekuensi audio generator, dan jumlah perut gelombang berdiri (n).
- data yang ditentukan nilainya dengan bebas adalah frekuensi (f) audio generator, dan data yang diukur dari praktikum adalah jumlah perut gelombang berdiri (n)
- variabel bebas adalah f dan variabel terikat adalah n.

Kemudian siswa diminta membuat grafik f sebagai fungsi n untuk massa beban 100 gram seperti dalam percobaan di atas. Catatan: buat pula grafik f sebagai fungsi n untuk massa beban yang berbeda-beda. Satu grafik untuk satu nilai beban.

e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, siswa diminta untuk menginterpretasi data/grafik hasil praktikum tersebut. Hasil interpretasi grafik yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

- Dari grafik yang dihasilkan, kita dapat melihat bahwa untuk satu nilai tegangan tali, makin besar nilai frekuensi (f), makin besar jumlah perut (n) yang muncul.
- Karena bentuk grafik f sebagai fungsi n adalah berupa garis lurus, maka kita katakan bahwa frekuensi resonansi secara linier sebanding dengan jumlah perut (n).
- Grafik fungsi tersebut adalah melalui titik (0,0). Ini dapat diinterpretasikan bahwa jika tidak ada frekuensi resonansi, maka tidak ada gelombang berdiri yang muncul dalam tali.
- Koefisien arah grafik f sebagai fungsi n adalah konstan. Nilainya dapat dihitung dari nilai tangen sudut grafik yang dihasilkan.

- Nilai tangen ini adalah sama dengan $\frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. Dengan menggunakan data di atas, tentukanlah nilai tegangan tali (T).

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

1. gelombang berdiri tidak dapat muncul sembarangan, tetapi harus memenuhi persamaan (4) di atas.
2. makin besar frekuensi resonansi (ditunjukkan oleh frekuensi audio generator yang menghasilkan gelombang berdiri) makin banyak jumlah perut gelombang berdiri yang muncul dalam tali.
3. Tegangan tali untuk beban yang digunakan adalah dyne.

===== 0000 =====

KALORIMETER

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami wujud zat dan perubahannya.

2. KOMPETENSI DASAR.

Mendesripsikan peran kalor dalam mengubah wujud zat dan suhu suatu benda serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang kalor, khususnya tentang kalor jenis suatu zat, untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari peranan kalor dalam mengubah wujud dan suhu suatu zat.
- b. Mempelajari hubungan antara waktu perubahan suhu (t) dengan suhu (T) suatu zat.
- c. Menentukan kalor jenis suatu zat (besi, alumunium, dan tembaga).
- d. Melatih peserta didik dalam membaca dan menganalisis grafik fungsi suhu (T) terhadap waktu perubahan (t).
- e. melatih siswa menggunakan azas Black.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Kit kalorimeter
2. Termometer
3. Pengaduk
4. Pemanas berbahan bakar spirtus atau minyak tanah
5. Kaki tiga (tungku pemanas).
6. Beaker glass 200 cc.
7. Neraca.
8. Balok besi: $2 \times 2 \text{ cm}^2$
9. Balok alumunium: $2 \times 2 \text{ cm}^2$
10. balok tembaga: $2 \times 2 \text{ cm}^2$
11. Alas pemanas.
12. Pencatat waktu (jam tangan atau stop watch).

b. Konsep Fisika.

Besar kalor yang diserap atau dilepaskan oleh suatu zat bergantung pada massa zat, kalor jenis zat, dan perubahan suhu zat. Sehingga besar kalor tersebut biasa ditulis dengan persamaan konsep:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana Q adalah besar kalor yang diserap atau dilepas oleh zat, c adalah kalor jenis zat, dan ΔT adalah perubahan suhu zat dalam skala Celcius atau Kelvin.

Jika dua jenis zat dengan suhu awal yang berbeda kemudian dicampurkan, maka zat dengan suhu tinggi akan melepaskan kalor dan zat dengan suhu rendah akan menerima kalor sampai suhu kedua zat tersebut mencapai kesetimbangan. Jadi:

$$Q_L = Q_S, \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana Q_L = kalor yang dilepas, dan Q_S = kalor yang diserap. Dengan menggunakan persamaan (1) di atas kita dapat menuliskan persamaan kalor untuk proses pencampuran dua jenis zat dengan suhu awal yang berbeda sebagai berikut.

$$m_L \cdot c_L \cdot \Delta T_L = m_S \cdot c_S \cdot \Delta T_S \quad \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan (3) ini dapat digunakan untuk menentukan kalor jenis suatu zat, jika kalor jenis zat lain diketahui. Dalam percobaan ini, siswa akan dilatih untuk menentukan kalor jenis suatu zat.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

1. Siswa diminta untuk menyiapkan pemanas dan menyusun alat Kalorimeter.
2. Timbanglah balok besi, wadah kalorimeter dan pengaduknya.
3. Catat massa balok besi dan massa wadah kalorimeter dan pengaduknya.
4. Masukkan balok besi $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ke dalam beaker glass, dan isilah beaker glass dengan air secukupnya untuk merendam balok besi tersebut.
5. Panaskan air dan balok besi dalam beaker glass dengan pemanas spirtus atau minyak tanah sampai mendidih.
6. Catat suhu air mendidih.
7. Sambil menunggu pemanasan, isilah wadah kalorimeter dengan air dingin secukupnya, sehingga ketika balok besi dimasukkan ke dalamnya air dingin tidak ada yang tumpah.
8. Timbang wadah kalorimeter dan air dingin. Catat massanya, dan tentukan massa air dingin di dalam kalorimeter tersebut.
9. Ukur suhu awal air dingin. Dan catat suhunya.
10. Setelah balok besi dan air yang dipanaskan mendidih, ambil balok besi dengan penjepit balok, dan masukan ke dalam

kalorimeter yang berisi air dingin. Catatan: hati-hati, jangan ada air panas yang masuk ke dalam kalorimeter, kecuali air panas yang nempel pada balok.

11. Tutup rapat kalorimeter dan aduklah secara perlahan. Ukur suhu campuran air dengan balok setiap 1 menit atau setiap 2 menit sampai suhu campuran tidak berubah lagi. Catat hasil pengukuran dalam tabel hasil pengamatan.

Hasil Pengamatan

Suhu air mendidih (suhu awal balok besi): °C.

Suhu air dingin dalam kalorimeter : °C.

Massa balok besi: g.

Massa wadah kalorimeter dan pengaduk: g.

Massa air dingin dalam kalorimeter: g.

Kalor jenis air dingin: kal/g.°C

Kalor jenis bahan kalorimeter: kal/g.°C

Tabel-1 Hasil Pengamatan.

No	Waktu (menit)	Suhu campuran (°C)
1	2	
2	4	
3	6	
4	8	
5	10	
6	
7	
8	
9	Dst.	

12. Ulangi langkah percobaan di atas untuk balok alumunium dan balok tembaga.

d. Analisis data.

Buatlah grafik suhu campuran (T) terhadap waktu perubahan suhu (t) dalam kertas grafik.

Dengan menggunakan persamaan (3) di atas siswa diminta untuk menganalisa data. Guru sebaiknya memberi bimbingan dengan pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. dari mana siswa dapat mengetahui suhu awal kalorimeter? (jawab: sama dengan suhu air dingin dalam kalorimeter)
2. dari mana siswa dapat menentukan suhu akhir campuran? (jawab: dari grafik T terhadap t)
3. di antara balok besi, air dingin dan kalorimeter, siapa yang melepas kalor dan siapa yang menerima kalor? (jawab: balok

besi melepas kalor, air dingin dan kalorimeter + pengaduk menerima kalor).

- Gunakan azas black untuk menentukan kalor jenis balok besi. Tulis persamaan kalor untuk campuran. (jawab: $Q_{\text{besi}} = Q_{\text{air dingin}} + Q_{\text{kalorimeter}}$).

e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, siswa diminta untuk menginterpretasi grafik T terhadap t hasil praktikum tersebut.

Mintalah siswa untuk membaca grafik tersebut, dan interpretasikan hasilnya.

Dengan menggunakan data hasil percobaan, mintalah siswa untuk menentukan kalor jenis besi, alumunium, dan tembaga. Catatan: hasil percobaan ini kemungkinan berbeda dengan data dalam tabel tentang kalor jenis logam. Perbedaan ini tidak menjadi masalah, karena hal penting yang harus dipelajari siswa adalah penggunaan azas black dan prosedur praktikum untuk menentukan kalor jenis suatu zat dengan metoda campuran dalam kalorimeter.

Dalam metoda ini ada banyak sumber kesalahan, di antaranya adalah:

- isolator kalorimeter yang tidak sempurna, sehingga sebagian kalor ada yang hilang ke udara.
- ketelitian alat ukur suhu, dan massa yang kurang akurat.
- tingkat kemurnian bahan balok besi, balok alumunium, dan balok tembaga yang tidak murni.

f. **Kesimpulan dan Diskusi.**

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

- zat yang bersuhu tinggi melepas kalor, dan zat yang bersuhu rendah menerima kalor.
- dari grafik T terhadap t, diketahui bahwa suhu campuran mencapai suhu setimbang setelah beberapa saat, yaitu setelah menit.
- nilai kalor jenis logam besi adalah: Kalori/g.^oC.
- nilai kalor jenis logam tembaga adalah: Kalori/g.^oC.
- nilai kalor jenis logam alumunium adalah: Kalori/g.^oC.

===== 0000 =====

PEMUAIAN LOGAM

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami wujud zat dan perubahannya.

2. KOMPETENSI DASAR.

Melakukan percobaan yang berkaitan dengan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang kalor, khususnya tentang pemuaian zat padat, untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari pengaruh kalor terhadap zat padat.
- b. Mempelajari fenomena bahwa zat yang berbeda memiliki respon yang berbeda terhadap kalor.
- c. Membandingkan zat padat yang paling mudah memuai dan paling sulit memuai.
- d. Menunjukkan bahwa pemuaian zat padat akibat kalor secara linier sangat kecil, meskipun dapat diukur.

5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Kit alat percobaan pemuaian yang dilengkapi skala nonius dan pemanas listrik.

b. Konsep Fisika.

Hampir semua zat padat akan memuai jika diberi kalor, kecuali karbon yang memiliki koefisien muai negatif, artinya karbon akan menyusut jika diberi kalor.

Pemuaian zat padat telah lama dipelajari dan dapat dinyatakan dalam persamaan konsep untuk muai panjang, muai luas, atau muai volume.

Pada dasarnya, karena zat berdimensi tiga, maka apa yang terjadi jika zat diberi kalor adalah memuai volume. Namun demikian, kita bisa memandang pemuaian dalam satu arah atau satu dimensi saja, sehingga kita dapat mengukur pemuaian dalam satu arah itu. Hasilnya, sering kita katakan bahwa sebuah batang logam akan mengalami pertambahan panjang (muai panjang), padahal sesungguhnya batang logam itu akan mengalami pertambahan tidak hanya panjang, tapi volume secara keseluruhan. Untuk tujuan pembelajaran, kita hanya melihat pemuaian dalam satu dimensi

saja, sehingga mulai sekarang kita akan menggunakan konsep muai panjang.

Muai panjang sering dinyatakan dalam bentuk persamaan konsep muai panjang sebagai berikut.

$$L_T = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T), \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana L_T = adalah panjang ahir pada suhu T , L_0 = panjang awal, α = koefisien muai panjang, ΔT = perubahan suhu.

Parameter yang membedakan antara zat yang satu dengan zat lainnya dalam konsep pemuaian adalah koefisien muai panjang (α). Akibat α inilah, maka setiap zat akan merespon berbeda terhadap kalor. Dalam percobaan ini secara kualitatif akan ditunjukkan bahwa zat berbeda akan mengalami penambahan panjang yang berbeda pula untuk kalor yang relatif sama.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

- **Perhatian: guru harap berhati-hati terhadap siswanya, karena dalam percobaan ini ada banyak bahaya, yaitu:**
 - **batang logam akan menjadi panas,**
 - **pemanas yang mudah terbakar,**
 - **tegangan listrik yang tinggi (220 volt).**
- Siswa diminta untuk menyusun alat pemuaian ini pada tempat yang aman dan jauh dari barang/benda yang mudah terbakar.
- Ukur panjang awal ketiga logam, dan catat hasilnya.
- Setelah segalanya terpasang dengan aman, panaskan ketiga logam yang terpasang untuk beberapa saat.
- Amati sekala nonius pada salah satu ujung logam.
- Setelah ketiga skala nonius berubah dan dapat dibaca nilainya, matikan pemanas untuk semua logam.
- Ukur panjang ahir ketiga logam dengan cara membaca skala nonius.
- Tentukan penambahan panjang untuk masing-masing logam.

d. Data dan analisis data.

- Dari hasil pengamatan di atas, bandingkanlah logam mana yang pertambahan panjangnya paling besar dan paling kecil.

- e. Interpretasi data.
Jelaskan apa arti pertambahan panjang dari ketiga logam tersebut.
- f. Kesimpulan dan Diskusi.
Dari hasil analisis data, tentukan logam mana yang mudah memuai dan logam mana yang sulit dan paling sulit memuai.

===== 0000 =====

PIPA U (HIDROSTATIKA)

1. STANDAR KOMPETENSI.

Memahami peranan usaha, gaya, dan energi dalam kehidupan sehari-hari

2. KOMPETENSI DASAR.

Menyelidiki tekanan pada benda padat, cair, dan gas serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

3. TUJUAN BUKU PEDOMAN.

Buku Pedoman ini dirancang untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran tentang hidrostatis, khususnya tentang prinsip tekanan dalam zat cair yang diam untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar di atas. Prinsip ini dapat digunakan untuk menentukan massa jenis zat cair secara langsung (tidak mengukur massa dan volume). Penentuan massa jenis dengan prinsip hidrostatis sering memanfaatkan prinsip bejana berhubungan dalam bentuk pipa U. Metoda pembelajaran yang digunakan adalah metoda demonstrasi dan pendekatan inkuiri atau *discovery*.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran ini adalah untuk:

- a. Mempelajari hubungan antara massa jenis zat cair dengan ketinggian kolom zat cair dalam pipa U.
- b. Melatih peserta didik dalam menentukan massa jenis zat cair secara langsung dengan prinsip hidrostatis.
- c. menginterpretasi hasil percobaan pipa U.

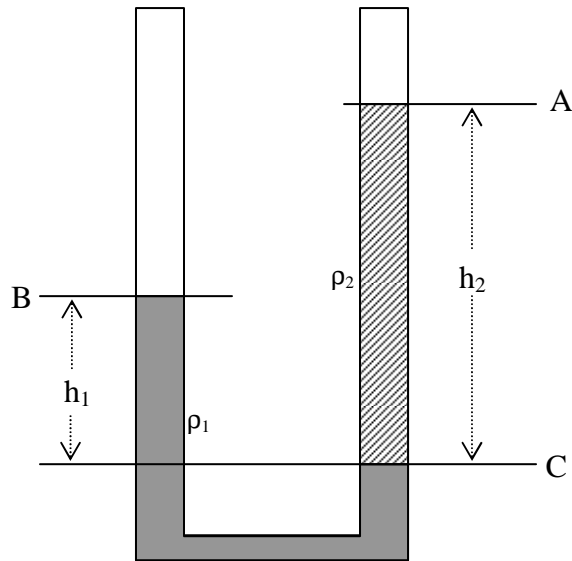
5. SKENARIO PEMBELAJARAN

a. Alat Dan Bahan Percobaan.

1. Kit Pipa U.
2. Air murni dengan massa jenis 1 gram/cm^3 , atau 1 kg/liter .
3. Zat cair yang akan diukur massa jenisnya, seperti:
 - a. Minyak goreng.
 - b. Minyak tanah.
 - c. Oli
 - d. Bensin, dll.
4. Mistar untuk mengukur ketinggian kolom zat cair.

b. Konsep Fisika.

Jika dua jenis zat cair yang berbeda massa jenisnya dimasukkan ke dalam bejana berhubungan seperti pipa U, maka ketinggian permukaan kedua zat cair tersebut tidak akan sama, seperti ditunjukkan dalam Gambar-1 di bawah.



Gambar-1 Ketinggian permukaan dua jenis zat cair dalam pipa U

Meskipun ketinggian permukaan kedua zat cair dalam pipa U berbeda, tetapi kedua zat cair tersebut akan memberi tekanan yang sama pada bidang C (tampak seperti garis) dimana kedua zat cair bertemu. Akibatnya, persamaan konsep untuk kedua zat cair tersebut dapat kita tulis sebagai berikut.

$P_1 = P_2$, dimana P adalah tekanan zat cair pada bidang C, sehingga:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}, \text{ dimana } F \text{ adalah gaya gravitasi zat cair, dan } A \text{ adalah luas permukaan tabung pipa U.}$$

Karena gaya $F = m \cdot g$ dimana m adalah massa zat cair, dan g adalah percepatan gravitasi bumi, serta $m = \rho \cdot V$, dimana ρ adalah massa jenis zat cair, dan V adalah volume zat cair, serta $V/A = h$, maka dapat kita tulis persamaan konsep sebagai berikut.

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Jika ρ_1 adalah massa jenis air murni dengan nilai 1 gram/cm³, maka persamaan konsep (1) dapat kita tulis sebagai berikut.

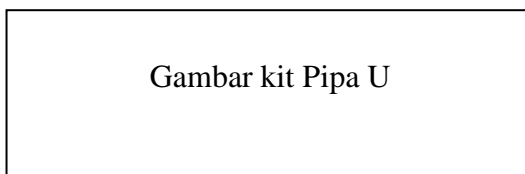
$$\rho_2 = \frac{h_1}{h_2} \cdot \rho_1 = \frac{h_1}{h_2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dari persamaan konsep (2) dapat kita lihat bahwa perbandingan ketinggian kedua permukaan zat cair dapat digunakan untuk menentukan massa jenis salah satu zat cair.

c. Langkah percobaan.

Dalam pembelajaran ini sebaiknya siswa diminta untuk melakukan praktikum dan pengamatan langsung, dan siswa lainnya diminta untuk mencatat data, menganalisa data, membuat grafik, menginterpretasi, dan menyimpulkan hasil percobaan. Langkah-langkah praktikum ini sebaiknya dituangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) tersendiri yang disiapkan oleh guru. Langkah-langkah praktikum adalah sebagai berikut.

Siswa diminta untuk merangkai sebuah kit pipa U seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar-2. Kit Pipa U.

1. Selanjutnya siswa diminta melakukan praktikum dengan cara memasukan air murni ke sisi kiri pipa U secukupnya dan zat cair lain (yang akan ditentukan massa jenisnya) ke sisi kanan pipa U. Hati-hati jangan sampai tumpah, dan gunakan corong kecil.
2. Ukurlah ketinggian permukaan zat cair dari batas pertemuan kedua zat cair (pada Gambar-1 adalah diukur dari bidang C).
3. Catat hasilnya ke dalam tabel hasil pengamatan.
4. Tambahkan sedikit zat cair tersebut ke dalam sisi kanan pipa U, sehingga nilai ketinggian permukaan zat cair berubah.
5. Ukur lagi ketinggian permukaan kedua zat cair tersebut, dan cata hasilnya dalam tabel hasil pengamatan
6. Ulangi langkah 4 dan 5 sebanyak sepuluh kali.

Tabel-1 Hasil Pengamatan

Massa jenis air murni = 1 gram/cm^3 .

No	h_1 (mm)	h_2 (mm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

d. Data dan analisis data.

Siswa diminta untuk menentukan, kira-kira data apa saja yang harus dikumpulkan dalam praktikum ini. Selanjutnya, mereka diminta untuk menentukan data apa yang ditentukan dengan bebas, dan data mana yang diukur dari praktikum itu. Terakhir, mereka diminta untuk menentukan mana variabel bebas dan mana variabel terikat dari data yang harus dikumpulkan itu.

Kita berharap siswa dapat menyebutkan bahwa:

- data yang harus dikumpulkan adalah data tentang nilai ketinggian permukaan kedua zat cair.
- data yang ditentukan nilainya dengan bebas adalah ketinggian permukaan zat cair yang akan ditentukan massa jenisnya (h_2), dan data yang diukur dari praktikum adalah ketinggian permukaan air murni.
- variabel bebas adalah h_2 dan variabel terikat adalah h_1 .

Kemudian siswa diminta membuat grafik h_1 sebagai fungsi h_2 dalam kertas grafik yang disediakan oleh guru. Bentuk grafik yang dihasilkan siswa diharapkan berupa garis lurus.



e. Interpretasi data.

Setelah selesai praktikum dan membuat grafik, semua siswa diminta untuk menginterpretasi data/grafik hasil praktikum tersebut. Hasil interpretasi grafik yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut

- Dari grafik yang dihasilkan, kita dapat melihat bahwa makin besar nilai h_2 , makin besar pula nilai h_1 . Dari sini dapat kita interpretasikan bahwa kenaikan h_1 adalah sebanding dengan kenaikan h_2 .
- Karena bentuk grafik h_1 sebagai fungsi h_2 adalah berupa garis lurus, maka kita katakan bahwa ketinggian permukaan air murni sebanding dengan ketinggian permukaan zat cair. Dan hasil koefisien arah atau nilai h_1/h_2 untuk grafik tersebut adalah konstan (tetap), dan dari persamaan konsep (2) di atas, koefisien arah (h_1/h_2) adalah sama dengan massa jenis zat cair yang akan ditentukan nilainya.

f. Kesimpulan dan Diskusi.

Dari hasil interpretasi data, siswa diminta untuk mencoba menarik kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan muncul adalah sebagai berikut.

1. Kenaikan permukaan air dalam pipa U sebanding dengan kenaikan zat cair lainnya.
2. Massa jenis zat cair adalah gram/cm³.

===== 0000 =====