



MATERI AJAR FISIKA

HUKUM ARCHIMEDES



**SMA/MA
KELAS XI**

SHALWA SAHMIN

240103502002

 **LIVEWORKSHEETS**

IDENTITAS

**Mata
Pelajaran**

Fisika

**Kelas/
Fase**

XI / F

Materi

Hukum Archimedes

**Alokas
Waktu**

2×45 menit

Jenjang

SMA / MA

Kompetensi Awal

Peserta didik telah memahami konsep massa, volume, massa jenis, gaya, dan tekanan pada fluida serta mampu menggunakan persamaan sederhana untuk menyelesaikan permasalahan fisika. Pengetahuan tersebut menjadi dasar untuk memahami gaya apung dan Hukum Archimedes

Capaian Pembelajaran

Pada akhir pembelajaran, peserta didik mampu memahami dan menganalisis konsep Hukum Archimedes, menentukan besar gaya apung berdasarkan massa jenis fluida dan volume benda yang tercelup, serta menganalisis kondisi benda yang mengapung, melayang, dan tenggelam. Peserta didik juga mampu mengaitkan penerapan Hukum Archimedes dengan berbagai fenomena dalam kehidupan sehari-hari.

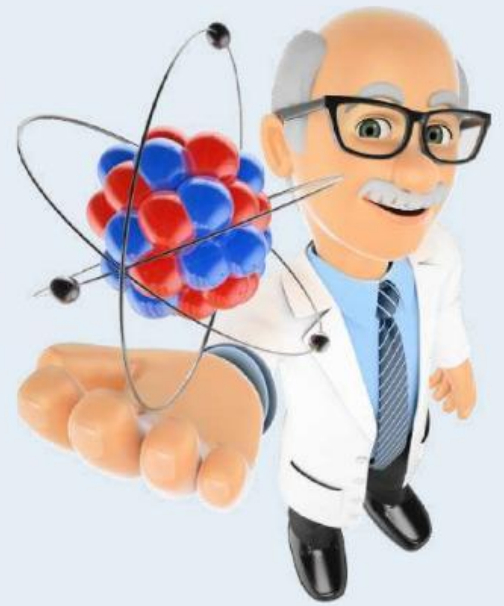
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari berbagai gejala dan peristiwa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu konsep fisika yang dapat ditemukan dalam lingkungan sekitar adalah fluida. Fluida tidak hanya berkaitan dengan air, tetapi juga mencakup berbagai zat yang dapat mengalir, seperti minyak dan udara.

Salah satu konsep penting dalam fluida adalah Hukum Archimedes. Hukum Archimedes menjelaskan adanya gaya ke atas yang diberikan oleh fluida terhadap benda yang berada di dalamnya. Konsep ini dapat diamati melalui berbagai peristiwa sederhana, seperti benda yang mengapung di permukaan air, benda yang melayang di dalam air, maupun benda yang tenggelam.

Hukum Archimedes juga memiliki berbagai penerapan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada kapal laut, kapal selam, hidrometer, pelampung, dan balon udara. Oleh karena itu, pembelajaran Hukum Archimedes tidak hanya berfokus pada pemahaman rumus, tetapi juga pada kemampuan memahami konsep, menganalisis fenomena, serta menerapkan prinsip tersebut dalam kehidupan sehari-hari.



1.2 Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi Hukum Archimedes, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian dan prinsip Hukum Archimedes dengan menggunakan bahasa sendiri.
2. Menjelaskan konsep gaya apung yang bekerja pada benda di dalam fluida.
3. Menentukan besar gaya apung berdasarkan massa jenis fluida, volume benda yang tercelup, dan percepatan gravitasi.
4. Menganalisis kondisi benda yang mengapung, melayang, dan tenggelam berdasarkan hubungan massa jenis benda dengan massa jenis fluida.
5. Mengidentifikasi berbagai penerapan Hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.
6. Melakukan percobaan sederhana untuk mengamati prinsip Hukum Archimedes dan menganalisis hasil pengamatan.
7. Menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan Hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.

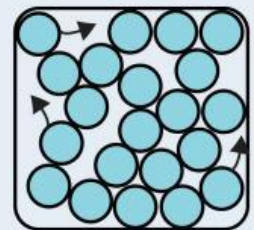
KONSEP DASAR HUKUM ARCHIMEDES

2.1 Fluida

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan mengalami perubahan bentuk ketika diberikan gaya. Berbeda dengan benda padat yang memiliki bentuk tetap, fluida tidak memiliki bentuk tetap dan akan mengikuti bentuk wadah yang ditempatinya. Fluida terdiri atas dua jenis utama, yaitu zat cair dan gas.

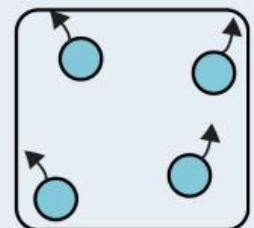
1. Zat Cair

Zat cair adalah fluida yang memiliki volume tetap, tetapi tidak memiliki bentuk tetap. Zat cair akan mengikuti bentuk wadah yang ditempatinya. Partikel-partikel zat cair berada cukup berdekatan, tetapi masih dapat bergerak dan berpindah sehingga zat cair dapat mengalir. Contohnya adalah air, minyak, susu, dan alkohol.



2. Zat Gas

Zat gas adalah fluida yang tidak memiliki bentuk dan volume tetap. Partikel-partikel gas berada cukup berjauhan dan dapat bergerak bebas ke berbagai arah. Gas akan memenuhi seluruh ruang yang tersedia di dalam wadah. Contohnya adalah udara, oksigen, karbon dioksida, dan gas helium.



2.2 Massa Jenis

Massa jenis merupakan salah satu besaran fisika yang penting dalam mempelajari sifat suatu zat. Massa jenis adalah besaran yang menyatakan perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya. Besaran ini menunjukkan seberapa besar massa yang terdapat dalam setiap satuan volume suatu zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda-beda, sehingga massa jenis dapat digunakan untuk mengenali dan membedakan karakteristik suatu zat.

Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh jenis dan susunan materi penyusun zat. Sebagai contoh, air dan minyak memiliki massa jenis yang berbeda. Jika kedua zat tersebut memiliki volume yang sama, massa masing-masing zat dapat berbeda karena nilai massa jenisnya tidak sama.

Massa jenis suatu benda dipengaruhi oleh massa dan volumenya. Apabila dua benda memiliki volume yang sama, benda dengan massa lebih besar akan memiliki massa jenis yang lebih besar. Sebaliknya, apabila dua benda memiliki massa yang sama, benda dengan volume lebih kecil akan memiliki massa jenis yang lebih besar.



Ketika minyak dicampurkan dengan air, kedua zat tersebut akan membentuk dua lapisan karena memiliki massa jenis yang berbeda. Minyak berada di bagian atas sedangkan air berada di bagian bawah karena massa jenis minyak lebih kecil daripada massa jenis air.



2.3 Persamaan Massa Jenis

Massa jenis suatu zat dapat ditentukan dengan membandingkan massa zat terhadap volumenya. Secara matematis, massa jenis dinyatakan dengan persamaan:

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

Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m^3)

m = massa benda (kg)

V = volume benda (m^3)



Berdasarkan persamaan tersebut, massa jenis berbanding lurus dengan massa dan berbanding terbalik dengan volume. Artinya, pada volume yang sama, zat dengan massa lebih besar memiliki massa jenis yang lebih besar.

2.4 Massa Jenis Benda dan Fluida

Dalam Hukum Archimedes, terdapat dua massa jenis yang perlu diperhatikan, yaitu massa jenis benda (ρ_b) dan massa jenis fluida (ρ_f). Kedua massa jenis tersebut digunakan untuk membandingkan kepadatan benda dengan kepadatan fluida tempat benda berada.

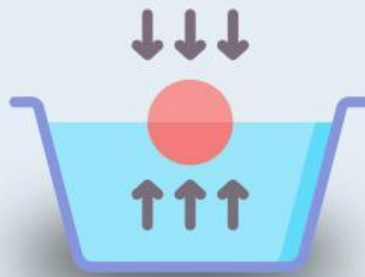
Massa jenis benda (ρ_b) adalah perbandingan antara massa benda dengan volume benda. Nilai massa jenis menunjukkan seberapa besar massa yang terdapat dalam suatu volume benda.

Sementara itu, massa jenis fluida (ρ_f) adalah massa fluida dalam setiap satuan volume. Dalam penerapan Hukum Archimedes, massa jenis fluida menjadi salah satu faktor yang menentukan besar gaya apung yang diberikan fluida kepada benda. Semakin besar massa jenis fluida, semakin besar gaya apung yang dapat diberikan pada benda dengan volume tercelup yang sama.

2.5 Gaya Apung

A. Pengertian Gaya Apung

Gaya apung adalah gaya yang diberikan oleh fluida kepada benda yang berada sebagian atau seluruhnya di dalam fluida dengan arah ke atas. Gaya apung timbul karena adanya perbedaan tekanan fluida pada bagian bawah dan bagian atas benda. Tekanan fluida semakin besar pada kedalaman yang lebih besar, sehingga tekanan pada bagian bawah benda lebih besar daripada tekanan pada bagian atasnya. Perbedaan tekanan tersebut menghasilkan resultan gaya yang arahnya ke atas.



Gaya apung dan gaya berat memiliki arah yang berlawanan. Besarnya kedua gaya tersebut dapat dibandingkan untuk menentukan keadaan benda di dalam fluida. Jika gaya apung lebih besar daripada gaya berat, benda akan bergerak ke atas. Jika gaya apung sama dengan gaya berat, benda berada dalam keadaan setimbang sehingga dapat mengapung atau melayang sesuai kondisi benda. Jika gaya apung lebih kecil daripada gaya berat, benda akan bergerak ke bawah dan dapat tenggelam.

Besar gaya apung sesuai dengan prinsip Hukum Archimedes, yaitu sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda:

$$F_A = \rho_f \cdot g \cdot V_t$$

Keterangan:

F_A = gaya apung (N)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

V_t = volume benda yang tercelup atau volume fluida yang dipindahkan (m^3)

B. Faktor yang Memengaruhi Gaya Apung

Dapat diketahui bahwa terdapat tiga faktor utama, yaitu:

Massa Jenis Fluida

Massa jenis fluida (ρ_f) merupakan salah satu faktor yang memengaruhi besar gaya apung. Semakin besar massa jenis fluida, semakin besar gaya apung yang diberikan kepada benda apabila volume benda yang tercelup dan percepatan gravitasi tetap. Sebagai contoh, benda yang dicelupkan ke dalam air dan fluida yang memiliki massa jenis lebih besar akan mengalami gaya apung yang berbeda meskipun volume benda yang tercelup sama.

Massa Jenis Fluida

Percepatan gravitasi (g) juga memengaruhi besar gaya apung. Semakin besar percepatan gravitasi, semakin besar gaya apung untuk massa jenis fluida dan volume benda yang tercelup yang sama. Dalam perhitungan di permukaan Bumi, nilai percepatan gravitasi biasanya digunakan sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$ atau dapat dibulatkan menjadi 10 m/s^2 sesuai ketentuan soal.

Catatan

Gaya apung dipengaruhi oleh massa jenis fluida, volume benda yang tercelup, dan percepatan gravitasi. Semakin besar ketiga faktor tersebut, semakin besar gaya apung yang dihasilkan.

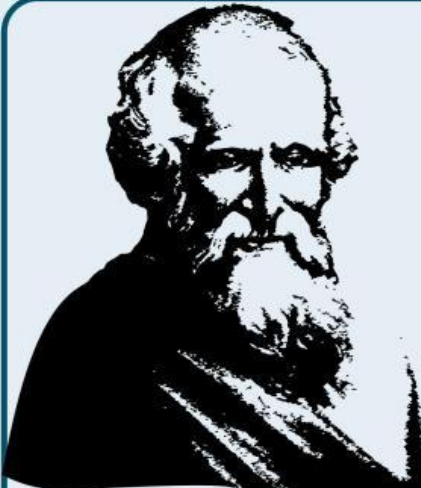
Volume Benda yang Tercelup

Volume benda yang tercelup (V_t) juga memengaruhi besar gaya apung. Semakin besar volume benda yang tercelup di dalam fluida, semakin besar gaya apung yang dialami benda. Hal ini terjadi karena semakin besar bagian benda yang tercelup, semakin banyak fluida yang dipindahkan oleh benda. Besarnya gaya apung sama dengan berat fluida yang dipindahkan.

HUKUM ARCHIMEDES



3.1 Sejarah Archimeds



Archimedes adalah seorang ilmuwan dan matematikawan Yunani Kuno yang hidup sekitar 287–212 SM di Syracuse. Salah satu permasalahan yang dikaitkan dengan Archimedes adalah permintaan Raja Hiero II untuk menentukan apakah mahkota emas miliknya dibuat dari emas murni atau telah dicampur dengan logam lain.

Menurut kisah yang ditulis oleh Vitruvius, Archimedes memperoleh gagasan ketika mengamati air yang meluap saat tubuhnya masuk ke dalam bak mandi. Ia menyadari bahwa benda yang dimasukkan ke dalam air akan memindahkan air dalam jumlah yang berkaitan dengan volume bagian benda yang tercelup. Kisah ini kemudian dikenal dengan seruan “Eureka!”, yang berarti “Aku telah menemukannya!”

Archimedes kemudian menggunakan konsep volume dan massa jenis untuk membandingkan mahkota dengan emas murni yang memiliki massa sama. Jika keduanya memiliki massa yang sama tetapi volume berbeda, maka bahan penyusunnya tidak sama. Berdasarkan prinsip tersebut, dapat diketahui bahwa mahkota yang diperiksa tidak seluruhnya terbuat dari emas murni.

Pemikiran Archimedes mengenai benda yang berada di dalam fluida kemudian menjadi dasar bagi prinsip Archimedes, yaitu bahwa benda yang dicelupkan ke dalam fluida mengalami gaya ke atas (gaya apung) yang berkaitan dengan berat fluida yang dipindahkannya. Prinsip ini selanjutnya digunakan untuk menjelaskan fenomena benda terapung, melayang, dan tenggelam.

3.2 HUKUM ARCHIMEDS

Hukum Archimedes adalah hukum yang menyatakan bahwa:

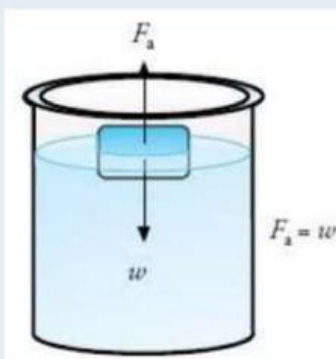
Benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut.

Hukum Archimedes membahas tentang gaya apung yang dialami suatu benda ketika berada di dalam fluida. Ketika benda dimasukkan ke dalam air atau fluida lainnya, fluida memberikan gaya yang arahnya ke atas pada benda. Gaya tersebut menyebabkan berat benda yang terukur di dalam fluida menjadi lebih kecil dibandingkan ketika benda berada di udara.

3.3 SYARAT HUKUM ARCHIMEDS

Berdasarkan Hukum Archimedes, keadaan suatu benda ketika berada di dalam air dipengaruhi oleh perbandingan antara gaya apung dan berat benda. Perbedaan tersebut menyebabkan benda dapat berada dalam tiga keadaan, yaitu:

Mengapung



Berdasarkan gambar di samping, kita dapat melihat bahwa volume benda yang tercelup (V_f) tidak sama dengan volume benda (V_b). dimana $V_f < V_b$. Jadi gaya apung yang mengimbangi berat benda adalah

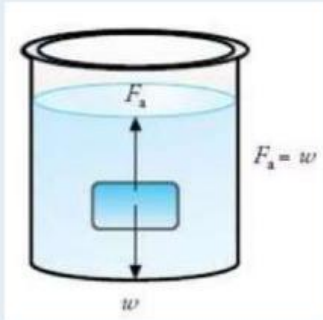
$$F_A = w_b$$

$$r_f \cdot V_{bf} \cdot g = r_b \cdot V_b \cdot g$$

Sehingga syarat suatu benda dapat mengapung adalah massa jenis benda harus lebih kecil dari massa jenis fluida.

$$r_b < r_f$$

Melayang



Sebuah benda dikatakan melayang bila posisi benda berada di antara dasar atau permukaan fluida. Keadaan ini terjadi apabila gaya apung fluida sepenuhnya mengimbangi gaya berat benda.

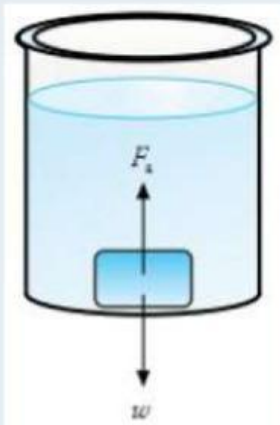
$$F_A = w_b$$

$$r_f \cdot V_{bf} \cdot g = r_b \cdot V_b \cdot g$$

Sehingga syarat suatu benda dapat mengapung adalah massa jenis benda sama dengan massa jenis fluida.

$$r_b = r_f$$

Tenggelam



Sebuah benda disebut tenggelam apabila seluruh bagian permukaan bawah benda berada pada dasar fluida. Keadaan ini terjadi karena berat benda lebih besar daripada gaya apung fluida.

Karena berat benda adalah $W = r_b \cdot g \cdot V_b$ maka syarat benda tenggelam adalah:

$$r_b > r_f$$

3.4 PENERAPAN HUKUM ARCHIMEDES DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Berikut ini contoh penerapan Hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari:



Balon Udara

Balon udara dapat naik karena udara di sekitarnya memberikan gaya apung ke arah atas. Ketika udara di dalam balon dipanaskan, udara tersebut memuai sehingga massa jenisnya menjadi lebih kecil daripada udara di luar balon. Akibatnya, massa jenis rata-rata balon beserta udara di dalamnya menjadi lebih kecil dibandingkan massa jenis udara di sekitarnya. Hal ini menyebabkan gaya apung yang diterima balon lebih besar daripada berat balon, sehingga balon bergerak naik.

Pelampung dapat mengapung karena ketika berada di dalam air, pelampung mendapat gaya apung yang arahnya ke atas. Gaya apung tersebut timbul akibat adanya tekanan air pada permukaan pelampung yang tercelup. Ketika gaya apung yang diterima pelampung mampu menyeimbangkan beratnya, pelampung akan tetap berada di permukaan air.



Pelampung



Kapal Laut

Kapal laut dapat terapung di permukaan air karena bentuknya yang berongga membuat volume kapal menjadi besar sehingga dapat memindahkan air dalam jumlah yang cukup banyak. Air kemudian memberikan gaya apung ke arah atas yang dapat menyeimbangkan berat kapal. Meskipun sebagian besar kapal terbuat dari logam, massa jenis rata-rata kapal lebih kecil daripada massa jenis air sehingga kapal dapat tetap terapung di permukaan air.

CONTOH SOAL

1. Sebuah benda memiliki volume $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ dan dicelupkan seluruhnya ke dalam air. Jika massa jenis air 1.000 kg/m^3 dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, besar gaya Archimedes yang dialami benda adalah
 - A. 2 N
 - B. 10 N
 - C. 20 N
 - D. 30 N
 - E. 40 N
2. Sebuah benda memiliki berat 80 N di udara. Ketika dicelupkan seluruhnya ke dalam air, berat benda menjadi 50 N. Besar gaya ke atas yang dialami benda adalah
 - A. 20 N
 - B. 25 N
 - C. 30 N
 - D. 50 N
 - E. 80 N
3. Sebuah benda bermassa 2 kg dan volumenya dicelupkan seluruhnya ke dalam air. Jika, keadaan benda tersebut adalah
 - A. Terapung
 - B. Melayang
 - C. Tenggelam
 - D. Berada di permukaan
 - E. Tidak mengalami gaya ke atas
4. Sebuah benda bermassa jenis 800 kg/m^3 dimasukkan ke dalam air yang memiliki massa jenis 1.000 kg/m^3 . Benda tersebut akan
 - A. tenggelam
 - B. melayang
 - C. terapung
 - D. diam di dasar wadah
 - E. tidak mengalami gaya gravitasi

5. Sebuah benda bermassa jenis 1.000 kg/m^3 dimasukkan ke dalam air yang juga memiliki massa jenis 1.000 kg/m^3 . Benda tersebut akan
- A. terapung
 - B. melayang
 - C. tenggelam
 - D. naik ke permukaan
 - E. keluar dari air
6. Sebuah benda memiliki volume $0,01 \text{ m}^3$ dan massa 5 kg . Benda tersebut dimasukkan seluruhnya ke dalam air. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka gaya ke atas yang diterima benda adalah
- A. 10 N
 - B. 50 N
 - C. 75 N
 - D. 100 N
 - E. 150 N
7. Sebuah kapal dapat terapung di permukaan air meskipun terbuat dari bahan yang massa jenisnya lebih besar daripada air. Hal tersebut terjadi karena
- A. kapal tidak memiliki berat
 - B. kapal memiliki bentuk yang membuat volume air yang dipindahkan besar
 - C. air tidak memberikan gaya gravitasi
 - D. massa jenis bahan kapal berubah menjadi lebih kecil
 - E. gaya gravitasi tidak bekerja pada kapal
8. Sebuah benda terapung di permukaan air dengan 60% volumenya berada di bawah permukaan air. Jika massa jenis air 1.000 kg/m^3 , massa jenis benda tersebut adalah
- A. 400 kg/m^3
 - B. 500 kg/m^3
 - C. 600 kg/m^3
 - D. 800 kg/m^3
 - E. 1.600 kg/m^3