
...

FLUIDA

Fluida Statis dan Fluida Dinamis

Fisika SMA/MA Kelas XI

Nama : Sri Wahyuni
NIM : 240103510005
Kelas : Pendidikan Fisika ICP

Capaian Pembelajaran : Murid mampu menerapkan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari

Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari materi fluida, murid mampu:

1. Menjelaskan konsep dasar fluida, tekanan fluida, prinsip Archimedes, tegangan permukaan, viskositas, dan fluida dinamis.
2. Menjelaskan hubungan antara besaran-besaran fisis pada fluida statis dan fluida dinamis.
3. Menerapkan konsep tekanan hidrostatik dan prinsip Archimedes untuk menjelaskan berbagai peristiwa pada fluida statis.
4. Menerapkan konsep tegangan permukaan dan viskositas dalam menjelaskan fenomena yang terjadi pada fluida.
5. Menerapkan asas kontinuitas dan prinsip Bernoulli untuk menganalisis aliran fluida.
6. Menerapkan hukum-hukum fluida dalam menjelaskan berbagai fenomena dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR ISI

CAPAIAN PEMBELAJARAN	i
TUJUAN PEMBELAJARAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
A. FLUIDA	1
1. Pengertian Fluida	1
2. Jenis-Jenis Fluida	1
3. Sifat-Sifat Fluida	1
B. FLUIDA STATIS	2
1. Tekanan Fluida	2
a. Pengertian Tekanan	2
b. Tekanan pada Zat Cair	2
c. Tekanan Hidrostatik	3
2. Prinsip Archimedes	4
a. Konsep Gaya Apung	4
b. Hubungan Gaya Apung dengan Berat Benda	4
c. Kondisi Benda dalam Zat Cair	5
d. Penerapan Prinsip Archimedes	5
3. Tegangan Permukaan	6
a. Fenomena Tegangan Permukaan	6
b. Kapilaritas	6
c. Penerapan Tegangan Permukaan dan Kapilaritas	7
4. Viskositas	7
a. Faktor yang Memengaruhi Viskositas	7
b. Gaya Viskositas	8
c. Penerapan Viskositas dalam Kehidupan	8
C. FLUIDA DINAMIS	8
1. Pengertian	8
2. Fluida Ideal	8
a. Pengertian Fluida Ideal	8
b. Asumsi Fluida Ideal	9
c. Karakteristik Fluida Ideal	9

3. Asas Kontinuitas	9
a. Pengertian Debit	9
b. Hubungan Luas Penampang dan Kecepatan Aliran	10
c. Persamaan Kontinuitas	10
d. Penerapan Asas Kontinuitas	11
4. Prinsip Bernoulli	11
a. Konsep Dasar Prinsip Bernoulli	11
b. Hubungan Tekanan, Kecepatan, dan Ketinggian	12
c. Persamaan Bernoulli	12
5. Penerapan Prinsip Bernoulli	13
a. Sayap Pesawat	13
b. Alat Penyemprot	14
c. Cerobong Asap	14
d. Penerapan Lainnya dalam Kehidupan Sehari-hari	14
DAFTAR PUSTAKA	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Contoh fluida dalam kehidupan sehari-hari	1
Gambar 2. Tekanan hidrostatik dan gaya apung.....	3
Gambar 3. Kondisi Benda dalam Zat Cair	5
Gambar 4. Penerapan Prinsip Archimedes.....	5
Gambar 5. Serangga air berjalan di atas permukaan air.....	6
Gambar 6. Peristiwa kapilaritas.....	6
Gambar 7. Perbandingan air dan madu yang sedang dituangkan.....	7
Gambar 8. Prinsip Bernoulli pada aliran fluida.....	11
Gambar 9. Penerapan prinsip Bernoulli	13

A. FLUIDA

1. Pengertian Fluida

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan menyesuaikan bentuk dengan wadah yang ditempatinya. Fluida mencakup zat cair dan gas. Berbeda dengan zat padat yang memiliki bentuk tetap, fluida tidak mempertahankan bentuknya ketika ditempatkan dalam suatu wadah.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita dapat menemukan fluida di berbagai tempat, seperti air yang mengalir melalui pipa, minyak, udara, dan gas dalam tabung. Fluida juga banyak dimanfaatkan dalam berbagai teknologi, sehingga konsep fluida penting untuk dipahami dalam pembelajaran fisika.



2. Jenis-Jenis Fluida

Berdasarkan wujudnya, fluida dibedakan menjadi:

- Zat cair, yaitu fluida yang memiliki volume tetap tetapi bentuknya mengikuti wadah. Contohnya air, minyak, dan alkohol.
- Gas, yaitu fluida yang tidak memiliki bentuk dan volume tetap sehingga dapat mengisi seluruh ruang yang tersedia. Contohnya udara dan gas dalam balon.

3. Sifat - Sifat Fluida

Beberapa sifat fluida yang penting untuk dipahami yaitu:

- Massa jenis, yaitu perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya.
- Tekanan, yaitu besarnya gaya yang bekerja pada setiap satuan luas permukaan.
- Dapat mengalir, karena fluida tidak memiliki bentuk tetap.
- Viskositas, yaitu ukuran kekentalan suatu fluida yang menunjukkan hambatan fluida terhadap aliran.
- Mampu memberikan tekanan, baik pada zat cair maupun gas.

💡 TAHUKAH KAMU?

Air yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, air yang keluar dari keran, udara yang bergerak, dan minyak yang dituangkan semuanya merupakan contoh fluida. Lalu, bagaimana tekanan dan aliran fluida dapat dijelaskan secara fisika?

COBA PIKIRKAN!

Mengapa air dapat mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah?

B. FLUIDA STATIS

Fluida statis adalah fluida yang berada dalam keadaan diam atau tidak mengalir. Fluida statis dapat berupa zat cair maupun gas. Pada fluida statis, pembahasan dapat mencakup tekanan yang diberikan oleh fluida, gaya apung, tegangan permukaan, dan viskositas. Contoh fluida statis dapat ditemukan pada air yang berada di dalam gelas, minyak di dalam botol, atau udara yang berada di dalam suatu ruang.

1. Tekanan Fluida

a. Pengertian Tekanan

Tekanan merupakan besarnya gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang dibandingkan dengan luas bidang tersebut. Secara matematis, tekanan dapat dituliskan:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

- P = tekanan (Pa atau N/m^2)
- F = gaya (N)
- A = luas permukaan (m^2)

Dari persamaan tersebut, tekanan dipengaruhi oleh besar gaya dan luas permukaan tempat gaya bekerja.

COBA PIKIRKAN!

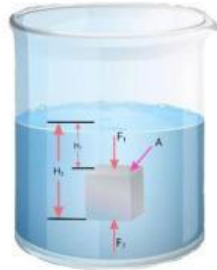
Mengapa besar tekanan dapat berbeda jika gaya yang diberikan sama, tetapi luas permukaannya berbeda?

b. Tekanan pada Zat Cair

Pada zat cair yang diam, tekanan akan semakin besar jika posisi suatu titik semakin jauh atau semakin dalam dari permukaan zat cair. Hal ini terjadi karena semakin tinggi atau dalam kolom zat cair, semakin besar berat zat cair yang memberikan tekanan.

c. Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh zat cair yang berada dalam keadaan diam. Besarnya tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh massa jenis zat cair, percepatan gravitasi, dan kedalaman titik dari permukaan zat cair.



Gambar 2. Tekanan hidrostatik dan gaya apung.
(Sumber : Canva)

Pada **Gambar 2**, F_1 adalah gaya dari zat cair yang bekerja pada bagian atas benda, sedangkan F_2 adalah gaya dari zat cair yang bekerja pada bagian bawah benda. Bagian bawah benda berada lebih dalam daripada bagian atasnya, sehingga tekanan zat cair di bagian bawah lebih besar. Akibatnya, F_2 lebih besar daripada F_1 . Perbedaan kedua gaya tersebut menyebabkan benda mendapat gaya apung yang arahnya ke atas. h_1 dan h_2 menunjukkan kedalaman bagian atas dan bagian bawah benda dari permukaan zat cair. Tekanan hidrostatik dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$P_h = \rho gh$$

Keterangan:

- P_h = tekanan hidrostatik (Pa)
- ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- h = kedalaman dari permukaan zat cair (m)

Berdasarkan persamaan tersebut, semakin dalam posisi suatu titik dari permukaan zat cair, semakin besar tekanan hidrostatik yang dialami titik tersebut.



INGAT!

Semakin dalam posisi suatu titik dari permukaan zat cair, semakin besar tekanan hidrostatik yang dialaminya.



CONTOH SOAL

Sebuah titik berada pada kedalaman 2 m di dalam air. Jika massa jenis air 1.000 kg/m^3 dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , tentukan tekanan hidrostatik pada titik tersebut.

Diketahui:

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 2 \text{ m}$$

$$\text{Ditanya: } P_h = ?$$

Penyelesaian:

$$P_h = \rho gh$$

$$P_h = (1.000)(10)(2)$$

$$P_h = 20.000 \text{ Pa}$$

Jadi, tekanan hidrostatik pada titik tersebut adalah **20.000 Pa**.

2. Prinsip Archimedes

a. Konsep Gaya Apung

Saat suatu benda dimasukkan ke dalam zat cair, benda tersebut akan mengalami gaya yang arahnya ke atas. Gaya ini disebut gaya apung atau gaya ke atas. Gaya apung terjadi karena tekanan zat cair pada bagian bawah benda lebih besar daripada tekanan pada bagian atas benda. Akibat perbedaan tekanan tersebut, terdapat gaya resultan yang arahnya ke atas.

Besarnya gaya apung dapat dinyatakan dengan:

$$F_A = \rho_f g V_T$$

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 (m^3)

b. Hubungan Gaya Apung dengan Berat Benda

Keadaan suatu benda di dalam zat cair ditentukan oleh perbandingan antara gaya apung dan berat benda.

- Jika berat benda lebih besar daripada gaya apung, benda akan tenggelam;
- Jika berat benda sama dengan gaya apung, benda akan melayang;

- Jika gaya apung lebih besar daripada berat benda, benda akan bergerak ke atas hingga akhirnya terapung.

c. Kondisi Benda dalam Zat Cair

Berdasarkan hubungan antara gaya apung dan berat benda, terdapat tiga kondisi:



Gambar 3. Kondisi Benda dalam Zat Cair
(Sumber : Canva)

Kondisi	Hubungan gaya	Keadaan benda
Melayang	$F_A = w$	Benda berada di dalam zat cair
Tenggelam	$F_A < w$	Benda berada di dasar zat cair
Terapung	$F_A = w$	Sebagian benda berada di atas permukaan

d. Penerapan Prinsip Archimedes

Prinsip Archimedes dapat ditemukan pada berbagai alat dan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Penerapannya antara lain:



Gambar 4. Penerapan Prinsip Archimedes
(sumber : Canva)

1. Kapal laut

Kapal dapat terapung di permukaan air karena mendapat gaya apung dari air. Bentuk kapal membuat volume air yang dipindahkan cukup besar sehingga gaya apung dapat menyeimbangkan berat kapal.

2. Kapal selam

Kapal selam memanfaatkan perubahan gaya apung untuk mengatur posisinya di dalam air. Dengan mengatur jumlah air dalam tangki *ballast*, kapal selam dapat tenggelam, melayang, atau naik ke permukaan.

3. Hidrometer

Hidrometer digunakan untuk mengukur massa jenis zat cair. Prinsip kerjanya berdasarkan keadaan hidrometer yang terapung, sehingga kedalaman hidrometer di dalam cairan dipengaruhi oleh massa jenis cairan.

4. Balon udara

Balon udara mendapat gaya apung dari udara di sekitarnya. Jika gaya apung lebih besar daripada berat total balon dan muatannya, balon akan bergerak naik.

3. Tegangan Permukaan

TAHUKAH KAMU?

Saat kamu melihat serangga kecil dapat berjalan di atas permukaan air, hal tersebut dapat terjadi karena adanya tegangan permukaan.

Tegangan permukaan adalah sifat pada permukaan zat cair yang disebabkan oleh adanya gaya tarik-menarik antar partikel zat cair. Partikel-partikel yang berada di permukaan mengalami gaya tarik dari partikel di sekitarnya sehingga permukaan zat cair seperti memiliki lapisan tipis yang dapat menahan benda ringan.

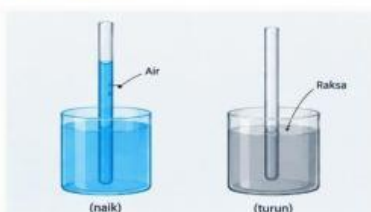
a. Fenomena Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan dapat menyebabkan beberapa benda ringan berada di permukaan zat cair. Contohnya, serangga air dapat berjalan di atas permukaan air. Selain itu, jarum atau klip yang diletakkan dengan hati-hati di permukaan air juga dapat tertahan dan tidak langsung tenggelam. Hal tersebut bukan berarti benda tersebut lebih ringan daripada air, tetapi karena tegangan permukaan air membantu menahan benda pada permukaannya.



Gambar 5. Serangga air berjalan di atas permukaan air
(sumber : Canva)

b. Kapilaritas



Gambar 6. Peristiwa kapilaritas
(sumber : Canva)

Selain menyebabkan benda dapat tertahan di permukaan zat cair, tegangan permukaan juga berkaitan dengan kapilaritas. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair di dalam celah atau pipa yang sangat sempit. Contohnya, air dapat naik melalui pipa kapiler yang berukuran kecil. Sebaliknya, raksa justru dapat mengalami penurunan permukaan pada pipa kapiler. Peristiwa ini

dipengaruhi oleh gaya tarik antara partikel zat cair dengan partikel dinding pipa (adhesi) dan gaya tarik antar partikel zat cair (kohesi).

c. Penerapan Tegangan Permukaan dan Kapilaritas

Tegangan permukaan dan kapilaritas dapat ditemukan dalam berbagai peristiwa di sekitar kita. Salah satu contohnya adalah tumbuhan. Air dari dalam tanah dapat bergerak naik melalui pembuluh yang sangat kecil pada batang tumbuhan. Peristiwa tersebut salah satunya berkaitan dengan kapilaritas.

4. Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menunjukkan besar hambatan suatu fluida terhadap aliran. Fluida yang memiliki viskositas besar akan lebih sulit mengalir, sedangkan fluida dengan viskositas kecil akan lebih mudah mengalir. Sebagai contoh, madu memiliki viskositas lebih besar daripada air, sehingga madu mengalir lebih lambat daripada air.



Gambar 7. perbandingan air dan madu yang sedang dituangkan
(sumber : Canva)

a. Faktor yang Memengaruhi Viskositas

Viskositas setiap fluida dapat berbeda-beda. Pada zat cair, suhu merupakan salah satu faktor yang memengaruhi viskositas. Ketika suhu zat cair meningkat, viskositasnya umumnya menurun sehingga zat cair menjadi lebih mudah mengalir. Selain suhu, jenis fluida juga memengaruhi viskositas. Misalnya, air lebih mudah mengalir dibandingkan madu karena madu memiliki viskositas yang lebih besar.

COBA AMATI!

Pernahkah kamu memperhatikan madu yang baru keluar dari kulkas lebih sulit dituangkan dibandingkan madu yang sudah berada pada suhu ruang? Menurutmu, apa yang menyebabkan perbedaan tersebut?

b. Gaya Viskositas

Ketika suatu benda bergerak di dalam fluida, fluida memberikan gaya hambat yang arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya hambat ini disebut gaya viskositas. Besarnya gaya hambat dipengaruhi oleh viskositas fluida dan gerakan benda di dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, semakin besar hambatan yang dialami benda ketika bergerak di dalamnya.

c. Penerapan Viskositas dalam Kehidupan

Viskositas dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan. Salah satu contohnya adalah minyak pelumas pada mesin. Pelumas memiliki viskositas tertentu agar dapat mengalir di antara bagian-bagian mesin yang bergerak dan membantu mengurangi gesekan. Contoh lainnya dapat ditemukan pada berbagai produk cair seperti sirup, minyak, dan madu, yang memiliki tingkat kekentalan berbeda sehingga mengalir dengan kecepatan yang berbeda pula.

C. FLUIDA DINAMIS

1. Pengertian

Fluida dinamis adalah fluida yang sedang bergerak atau mengalir. Contohnya dapat kita temui pada air yang mengalir melalui pipa, air sungai yang mengalir, dan udara yang bergerak. Pada fluida dinamis, kita akan mempelajari bagaimana kecepatan aliran, luas penampang, tekanan, dan ketinggian berkaitan satu sama lain.

COBA AMATI!

Pada fluida dinamis, yang menjadi perhatian bukan hanya jenis fluidanya, tetapi juga bagaimana fluida tersebut bergerak dan mengalir.

2. Fluida Ideal

Dalam mempelajari fluida yang bergerak, kondisi alirannya sebenarnya cukup kompleks. Oleh karena itu, digunakan fluida ideal sebagai penyederhanaan agar perilaku fluida lebih mudah dipelajari. Fluida ideal memiliki beberapa sifat yang dianggap berlaku selama pembahasan fluida dinamis.

a. Pengertian Fluida Ideal

Fluida ideal adalah fluida yang dianggap memiliki sifat-sifat tertentu sehingga alirannya dapat dipelajari dengan lebih sederhana. Dalam pembahasan ini, fluida ideal digunakan untuk melihat hubungan antara kecepatan aliran, tekanan, dan luas penampang tanpa memperhitungkan hambatan aliran yang kompleks.

b. Asumsi Fluida Ideal

Fluida ideal memiliki beberapa asumsi, yaitu:

- *Inkompresibel*, artinya volume fluida dianggap tidak berubah ketika mendapat tekanan. Karena volumenya tetap, massa jenis fluida juga dianggap tetap.

- *Irotasional*, artinya aliran fluida tidak menyebabkan benda yang berada di dalamnya ikut berputar.
- Aliran tunak, artinya kelajuan fluida pada suatu titik tertentu tidak berubah terhadap waktu.
- Viskositas dianggap nol, sehingga fluida dianggap tidak mengalami hambatan ketika mengalir.

c. Karakteristik Fluida Ideal

Fluida ideal dapat dianggap sebagai fluida yang massa jenisnya tetap, alirannya tidak berputar, kelajuannya pada suatu titik tetap, dan tidak memiliki hambatan akibat viskositas. Sifat-sifat inilah yang digunakan sebagai dasar untuk memahami bagaimana fluida mengalir melalui suatu pipa.

3. Asas Kontinuitas

COBA PIKIRKAN!

Pernahkah kamu memperhatikan air yang keluar dari selang?

Saat ujung selang dibiarkan terbuka, air mengalir dengan kecepatan tertentu. Namun, ketika ujung selang dipersempit dengan jari, air dapat keluar lebih cepat. Mengapa hal tersebut bisa terjadi?

a. Pengertian Debit

Debit adalah banyaknya volume fluida yang mengalir melalui suatu penampang setiap satuan waktu. Debit dapat digunakan untuk mengetahui seberapa banyak fluida yang mengalir dalam waktu tertentu.

Persamaan debit:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan:

Q = debit (m^3/s)

V = volume fluida (m^3)

t = waktu (s)

CONTOH SOAL

Air mengalir melalui sebuah pipa dengan volume 12 m^3 dalam waktu 4 s. Berapakah debit air yang mengalir melalui pipa tersebut?

Diketahui:

$$V = 12 \text{ m}^3$$

$$t = 4 \text{ s}$$

Ditanya: $Q = \dots ?$

Penyelesaian:

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{12}{4}$$

$$Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit air yang mengalir adalah **3 m³/s**.

b. Hubungan Luas Penampang dan Kecepatan Aliran

Ketika fluida mengalir melalui pipa yang memiliki ukuran berbeda, kecepatannya dapat berubah. Pada bagian pipa yang lebih sempit, fluida mengalir lebih cepat, sedangkan pada bagian yang lebih lebar, fluida mengalir lebih lambat. Hal ini berkaitan dengan sifat fluida ideal yang *inkompresibel*, sehingga massa jenis fluida dianggap tetap.

c. Persamaan Kontinuitas

Asas kontinuitas menyatakan bahwa debit fluida yang mengalir pada setiap bagian pipa tetap, selama fluida dianggap ideal dan tidak mengalami kebocoran. Karena debit dapat dituliskan sebagai $Q = Av$, maka diperoleh:

$$Q = Av$$

Untuk dua penampang pipa:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Keterangan:

- A_1 = luas penampang pertama (m²)
- A_2 = luas penampang kedua (m²)
- v_1 = kecepatan fluida pada penampang pertama (m/s)
- v_2 = kecepatan fluida pada penampang kedua (m/s)

Dari persamaan tersebut, dapat dipahami bahwa semakin kecil luas penampang pipa, semakin besar kecepatan aliran fluida.



CONTOH SOAL

Air mengalir melalui pipa dengan luas penampang pertama 4 cm² dan kelajuan aliran 2 m/s. Jika luas penampang kedua 2 cm², berapakah kelajuan air pada penampang kedua?