

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

HUKUM ARCHIMEDES

Eksplorasi Gaya Apung Menggunakan PhET Simulation

Simulasi: Buoyancy: Basics

IDENTITAS LKPD

Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI / Ganjil
Materi	Hukum Archimedes
Media	PhET Simulation – Buoyancy: Basics
Alokasi Waktu	2 × 45 menit
Nama Kelompok	
Anggota	1. 2. 3. 4.
Hari/Tanggal	

CAPAIAN DAN TUJUAN PEMBELAJARAN

LKPD ini mengarahkan peserta didik untuk menyelidiki hubungan antara gaya berat, gaya apung, massa, volume, massa jenis benda, massa jenis fluida, dan persentase bagian benda yang tercelup melalui simulasi PhET.

Tujuan pembelajaran:

- Menjelaskan konsep gaya apung berdasarkan Hukum Archimedes.
- Mengidentifikasi hubungan antara massa jenis benda dan kondisi benda di dalam fluida.
- Menganalisis hubungan gaya apung dengan volume fluida yang dipindahkan.
- Membandingkan gaya berat dan gaya apung untuk menentukan kondisi benda: terapung, melayang, atau tenggelam.
- Menyimpulkan pengaruh massa jenis fluida terhadap gaya apung berdasarkan data simulasi.

A. Teori Singkat

Pernahkah kalian bertanya mengapa kapal laut yang terbuat dari baja seberat ratusan ton dapat terapung di permukaan laut, sedangkan sebutir kelereng logam yang jauh lebih kecil dan ringan justru tenggelam ketika dijatuhkan ke dalam air? Fenomena serupa juga dapat dijumpai ketika telur segar tenggelam di air tawar biasa, tetapi mengapung ketika air tersebut ditambahkan cukup banyak garam. Kapal selam dapat menyelam ke dasar laut maupun muncul kembali ke permukaan hanya dengan mengatur volume air yang dimasukkan atau dikeluarkan dari tangki pemberatnya (ballast tank). Tubuh manusia pun terasa lebih ringan dan lebih mudah mengapung saat berenang di Laut Mati dibandingkan di kolam renang biasa.

Seluruh fenomena tersebut berkaitan dengan gaya apung (buoyant force), yaitu gaya ke atas yang dikerjakan oleh fluida pada benda yang tercelup di dalamnya, baik sebagian maupun seluruhnya. Konsep ini pertama kali dirumuskan secara sistematis oleh Archimedes ($\pm 287\text{--}212\text{ SM}$), seorang

ilmuwan dari Yunani Kuno, ketika ia diminta oleh Raja Hieron II dari Syracuse untuk menyelidiki apakah sebuah mahkota emas telah dicampur dengan logam lain tanpa merusak mahkota tersebut. Menurut legenda, Archimedes menemukan prinsip ini saat berendam di bak mandi dan menyadari bahwa volume air yang tumpah sebanding dengan volume tubuhnya yang tercelup. Ia pun berlari ke jalan sambil berteriak "Eureka!" yang berarti "Aku telah menemukannya!"

Secara fisis, gaya apung muncul karena tekanan hidrostatik fluida meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Akibatnya, tekanan yang bekerja pada sisi bawah benda yang tercelup selalu lebih besar daripada tekanan pada sisi atasnya, sehingga timbul gaya neto yang mengarah ke atas. Hukum Archimedes menyatakan bahwa besar gaya apung yang dialami suatu benda yang tercelup, baik sebagian maupun seluruhnya, ke dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan (didesak) oleh benda tersebut. Secara matematis, hubungan ini dirumuskan sebagai:

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

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 di dalam fluida (m^3), yang juga sama dengan volume fluida yang dipindahkan.

Kondisi suatu benda di dalam fluida (terapung, melayang, atau tenggelam) ditentukan oleh perbandingan antara gaya apung (F_A) dan gaya berat benda

$$W = m \cdot g$$

Keterangan:

W = berat total benda (N)

m = massa total + beban (kg)

Yang pada akhirnya bergantung pada perbandingan massa jenis benda (ρ_b) terhadap massa jenis fluida (ρ_f), yaitu:

- Jika $\rho_b < \rho_f$, maka $F_A > W \rightarrow$ benda terapung (sebagian volume benda berada di atas permukaan fluida).
- Jika $\rho_b = \rho_f$, maka $F_A = W \rightarrow$ benda melayang (seluruh volume benda tercelup, tetapi tidak menyentuh dasar wadah).
- Jika $\rho_b > \rho_f$, maka $F_A < W \rightarrow$ benda tenggelam (benda turun hingga menyentuh dasar wadah).

Prinsip Archimedes ini banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari maupun bidang rekayasa, misalnya pada desain lambung kapal laut dan kapal selam, jembatan ponton, pelampung dan jaket keselamatan (life jacket), balon udara serta balon gas, hidrometer untuk mengukur massa jenis suatu cairan, hingga metode pengujian kemurnian logam mulia seperti emas.

Pada kegiatan penyelidikan ini, hubungan antara volume benda yang tercelup, massa jenis fluida, massa jenis benda, dan besar gaya apung akan diselidiki secara virtual menggunakan simulasi PhET "Buoyancy: Basics". Simulasi ini memungkinkan peserta didik memasukkan benda ke dalam fluida, mengganti jenis fluida, mengatur volume dan massa jenis benda, serta mengamati secara langsung besar gaya apung, gaya berat, dan persentase bagian benda yang tercelup. Dengan mengamati hubungan

antarbesaran tersebut, peserta didik diharapkan dapat menemukan sendiri pola Hukum Archimedes, sebagaimana pertama kali dirumuskan Archimedes secara empiris.

B. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana hubungan massa jenis benda dengan kondisi benda ketika berada dalam air?
2. Bagaimana hubungan volume benda yang tercelup dengan besar gaya apung?
3. Bagaimana perbandingan gaya apung dan gaya berat menentukan kondisi benda?
4. Bagaimana perubahan massa jenis fluida memengaruhi gaya apung?

C. HIPOTESIS

D. Identifikasi Variabel

Kegiatan 1 – Pengaruh massa jenis benda terhadap kondisi benda

1. Variabel Manipulasi :
2. Variabel Kontrol :
3. Variabel Respon :

Kegiatan 2 – Hubungan volume tercelup dan gaya apung

1. Variabel Manipulasi :
2. Variabel Kontrol :
3. Variabel Respon :

Kegiatan 3 – Pengaruh massa jenis fluida

1. Variabel Manipulasi :
2. Variabel Kontrol :
3. Variabel Respon :

E. Definisi Variabel Operasional

F. Alat/Media

- Komputer/laptop atau gawai yang dapat menjalankan PhET Simulation.
- PhET Simulation: Buoyancy: Basics.
- LKPD dan alat tulis.
- Kalkulator.

G. Prosedur Kerja

1. Buka simulasi PhET Buoyancy: Basics.
2. Pilih bagian Compare agar dapat membandingkan benda dan fluida.
3. Aktifkan tampilan Forces, Force Values, Mass Values, Depth Lines, dan informasi massa jenis.
4. Amati variabel yang ditampilkan: massa, gaya berat, gaya apung, massa jenis, dan persentase tercelup.
5. Lakukan perubahan hanya pada variabel yang ditentukan pada setiap kegiatan.
6. Catat data secara teliti pada tabel pengamatan.
7. Gunakan data untuk melakukan perhitungan dan menjawab pertanyaan analisis.

Kegiatan 1 Pengaruh massa jenis benda terhadap kondisi benda

Atur fluida menjadi Water dengan massa jenis 1,00 kg/L. Gunakan massa benda 4,00 kg. Ubah volume atau massa jenis benda secara bertahap. Catat kondisi benda dan data yang ditampilkan.

No.	Massa Jenis Benda (kg/L)	Massa (kg)	Volume (L)	F_a (N)	W (N)	% Tercelup
1						
2						
3						
4						
5						

Analisis Kegiatan 1:

1. Apa yang terjadi ketika massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis air?
2. Apa yang terjadi ketika massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis air?
3. Bagaimana hubungan massa jenis benda dengan persentase bagian benda yang tercelup?
4. Berdasarkan data, bagaimana massa jenis menentukan kondisi benda?

Kegiatan 2 Hubungan volume tercelup dan gaya apung

Gunakan jenis fluida dan massa jenis benda yang tetap. Ubah volume benda atau kondisi benda sehingga volume yang tercelup berubah. Catat nilai gaya apung yang ditampilkan.

No.	V Tercelup (L)	ρ Fluida (kg/L)	g (m/s ²)	F_a PhET (N)	$F_a = \rho g V$ (N)	Selisih
1		1,00	9,8			
2		1,00	9,8			
3		1,00	9,8			
4		1,00	9,8			
5		1,00	9,8			

Analisis Kegiatan 2:

1. Apa kecenderungan gaya apung ketika volume yang tercelup bertambah?
2. Apakah hasil perhitungan $F_a = \rho_f g V_t$ mendekati nilai F_a pada simulasi? Jelaskan.
3. Variabel apa saja yang menentukan besar gaya apung menurut hasil penyelidikan?

Kegiatan 3 Pengaruh massa jenis fluida

Gunakan benda dengan massa dan volume yang tetap. Bandingkan air (Water) dengan fluida lain yang tersedia pada simulasi. Catat massa jenis fluida, gaya apung, dan persentase tercelup.

No.	Fluida	ρ Fluida (kg/L)	Massa Benda (kg)	Volume Benda (L)	F_a (N)	% Tercelup
1	Water		4,00			
2			4,00			
3			4,00			

Analisis Kegiatan 3:

1. Bagaimana perubahan massa jenis fluida memengaruhi gaya apung?
2. Jika benda dan volumenya tetap, pada fluida yang lebih rapat apakah gaya apung berubah? Jelaskan berdasarkan data.
3. Mengapa benda dapat memiliki persentase tercelup yang berbeda pada fluida yang berbeda?

Kesimpulan

DAFTAR PUSTAKA

Giancoli, D. C. (2001). Fisika: Prinsip dan Aplikasi (Edisi ke-5). Jakarta: Erlangga.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2011). Fundamentals of Physics (9th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.

Sears, F. W., Zemansky, M. W., & Young, H. D. (2004). Fisika Universitas (Edisi ke-10). Jakarta: Erlangga.

PhET Interactive Simulations. Buoyancy: Basics. University of Colorado Boulder.