

Kegiatan Belajar II

Tegangan Permukaan, Kapilaritas dan Viskositas

A. Tegangan permukaan

Inquiry (Menemukan)

Perhatikan gambar dibawah!



sumber: <https://www.hipwee.com/>

Suatu hari, Dini sedang mengamati kolam ikan di halaman rumahnya. Ia melihat beberapa serangga kecil yang bisa berjalan di atas permukaan air tanpa tenggelam. Serangga-serangga itu bergerak dengan lincah, seolah-olah permukaan air adalah lantai yang padat. Dini merasa heran dan penasaran, bagaimana mungkin serangga-serangga kecil itu tidak tenggelam padahal ia tahu bahwa benda yang diletakkan di atas air biasanya akan tenggelam. Mengapa serangga-serangga itu tidak tenggelam seperti besi atau benda lainnya?

Konsep Fisika

Tegangan permukaan adalah gaya tarik-menarik antar molekul pada permukaan zat cair yang menyebabkan permukaan zat cair seolah-olah menjadi sebuah membran elastis. Kaki serangga air dilapisi oleh rambut-rambut halus hidrofobik (menolak air) memungkinkan serangga air menyebarkan berat badannya di atas permukaan air yang lebih luas. Semakin luas permukaan kontak, semakin besar gaya ke atas yang didapat. Serangga tidak langsung menembus permukaan air karena beratnya yang ringan dibandingkan dengan kekuatan gaya kohesi. Gaya kohesi menarik molekul air pada permukaan untuk membentuk lapisan tipis.

Questioning (Bertanya)

Tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang muncul saat melihat atau mengalami permasalahan yang sudah diungkapkan diatas!

- 1.
- 2.
- 3.

Pertanyaan tidak terbatas sejumlah tiga butir, dapat ditambahkan

Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk meregang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis. Besarnya tegangan permukaan zat cair dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\gamma = F/2l$$

Keterangan:

F = gaya (N)

l = panjang lapisan (m)

γ = tegangan permukaan (N/m)

Pemodelan

Sebuah jarum baja dengan massa 0,1 gram diletakkan perlahan-lahan di atas permukaan air. Jika panjang jarum 5 cm, berapakah tegangan permukaan air yang mampu menahan jarum tersebut? (anggaplah jarum terapung sejajar dengan permukaan air dan $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Jawab:

Diketahui:

$$\begin{array}{llll} m \text{ (massa jarum)} & = & g & = \text{kg} \\ l \text{ (panjang jarum)} & = & \text{cm} & = \text{m} \\ g \text{ (percepatan gravitasi)} & = & \text{m/s}^2 & \\ \gamma \text{ (tegangan permukaan)} & = & & \end{array}$$

Penyelesaian:

Gaya tegangan permukaan (γ) harus sama dengan gaya berat jarum ($m \cdot g$) agar jarum dapat terapung.

$$\gamma = F/2l$$

$$\gamma = /$$

$$\gamma = (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2) / (2 \cdot \text{m})$$

$$\gamma = \text{N/m}$$

Jadi, tegangan permukaan air yang mampu menahan jarum tersebut adalah N/m .

Konstruktivisme

Lakukanlah percobaan berikut!

- 1) Tujuan: Menjelaskan konsep tegangan permukaan
- 2) Alat dan bahan
 - a) Air
 - b) Detergen
 - c) Mangkuk
 - d) Klip kertas/silet
- 3) Langkah kerja
 - a) Isi penuh mangkuk dengan air
 - b) Masukkan klip kertas dan silet ke dalam air
 - c) Amatilah keadaan klip kertas dan silet
 - d) Masukkan detergen kedalam mangkok
 - e) Amatilah keadaan klip kertas dan silet
 - f) Tuliskan hasil percobaan tersebut kedalam tabel di bawah ini
- 4) Data Pengamatan

Tabel 2. 1 Hasil Pengamatan Percobaan Tegangan Permukaan

No	Jenis Benda	Keadaan benda (terapung/tenggelam)	
		Air biasa	Air detergen
1	Silet		
2	Klip kertas		

Masyarakat Belajar

Berdasarkan data hasil pengamatan dari percobaan yang telah dilakukan, jawablah pertanyaan berikut!

- a) Apa yang terjadi pada silet dan klip kertas saat diletakkan kedalam air secara perlahan-lahan? Mengapa demikian?
- b) Jelaskan pengaruh dari pemberian detergen dalam wadah terhadap tegangan permukaan?
- c) Jelaskan konsep tegangan permukaan!
- d) Buatlah Kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan
- e) Tuliskan hasil percobaan dan jawaban kalian pada kertas HVS A4

B. Kapilaritas

Inquiry (Menemukan)

Perhatikan video dibawah!



Sumber:

<https://youtu.be/5P4wacDfWEk?si=etyL3QTdQGlbsdKT>

Pada suatu hari, Rani melakukan percobaan sederhana di rumah. Ia mengisi beberapa gelas dengan air, lalu menambahkan tinta berwarna merah, kuning, dan hijau pada masing-masing gelas. Kemudian, ia mengambil tiga tangkai bunga mawar putih yang baru dipetik dari kebun. Satu tangkai ia letakkan di gelas berisi air yang sudah diberi tinta merah, kuning, dan hijau. Keesokan harinya, Rani terkejut melihat kelopak bunga mawar yang diletakkan di air bertinta merah, kuning, dan hijau mulai berubah warnanya menjadi warna tintanya. Ia penasaran bagaimana air bertinta bisa naik dan mewarnai kelopak bunga. Bagaimana air bertinta bisa naik ke atas melawan gravitasi?

Konsep Fisika

Kapilaritas adalah peristiwa naiknya atau turunnya permukaan zat cair di dalam pipa kapiler (pipa yang sangat kecil) akibat adanya gaya adhesi dan kohesi. Gaya adhesi adalah gaya tarik-menarik antara molekul air dengan dinding pembuluh kapiler, sedangkan gaya kohesi adalah gaya tarik-menarik antar molekul air sendiri. Kedua gaya ini bekerja sama untuk menarik air naik melalui pembuluh kapiler. Batang tanaman memiliki banyak pembuluh kapiler yang sangat kecil. Pembuluh-pembuluh ini berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke seluruh bagian tanaman.

Questioning (Bertanya)

Tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang muncul saat melihat atau mengalami permasalahan yang sudah diungkapkan diatas!

- 1.
- 2.
- 3.

Pertanyaan tidak terbatas sejumlah tiga butir, dapat ditambahkan

Kapilaritas merupakan kenaikan dan penurunan permukaan zat cair di dalam pipa kapiler, dirumuskan sebagai berikut:

Keterangan:

h = kenaikan/penurunan permukaan

zat cair dalam pipa (m)

γ = tegangan permukaan zat cair (N/m)

θ = sudut kontak

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

r = jari-jari pipa kapiler (m)

Pemodelan

Sebuah pipa kapiler dengan diameter dalam 0,5 mm dicelupkan ke dalam air murni pada suhu kamar. Jika tegangan permukaan air murni pada suhu kamar adalah 0,072 N/m dan sudut kontak antara air dan kaca adalah 0°, berapa tinggi kapilaritas air dalam pipa? (densitas air = 1000 kg/m³)

Jawab:

Diketahui:

$$\begin{array}{llll} d \text{ (diameter dalam pipa)} & = & \text{mm} & = \text{m} \\ r \text{ (jari-jari dalam pipa)} & = & \text{m} & \\ g \text{ (percepatan gravitasi)} & = & \text{m/s}^2 & \\ \gamma \text{ (tegangan permukaan)} & = & \text{N/m} & \\ \rho \text{ (densitas air)} & = & \text{kg/m}^3 & \\ \theta \text{ (sudut kontak)} & = 0^\circ & & \\ h \text{ (tinggi kapilaritas)} & = \dots ? & & \end{array}$$

Penyelesaian:

Untuk menghitung tinggi kapilaritas, kita gunakan rumus:

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

Karena sudut kontak 0° , maka $\cos \theta = 1$.

$$h = (2 \cdot \text{N/m} \cdot 1) / (\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m})$$

$$h = \text{m}$$

Jadi, tinggi kapilaritas air dalam pipa adalah m

Konstruktivisme

Lakukanlah percobaan berikut!

1) Alat dan Bahan

- a) Gelas
- b) Air
- c) Pewarna
- d) Jangka sorong
- e) Mistar/Penggaris
- f) 3 buah sedotan dengan diameter berbeda

2) Prosedur Kerja

- a) Siapkan alat dan bahan
- b) Ukur jari-jari sedotan menggunakan jangka sorong catat pada tabel data pengamatan
- c) Isi wadah dengan air. lalu tambahkan pewarna
- d) Masukkan sedotan dengan diameter yang berbeda sampai ke dasar gelas
- e) Ukur kenaikan air di dalam sedotan dari permukaan air di gelas, lalu catat pada tabel hasil pengamatan

3) Mengumpulkan data

Tabel 2.2 Hasil Pengamatan Percobaan Kapilaritas

Sedotan	d (cm)	r (cm)	h (cm)
1			
2			
3			

Masyarakat Belajar

Setelah melakukan percobaan diatas, maka jawablah pertanyaan dibawah ini!

1. Bagaimana bentuk permukaan air yang berada di dalam sedotan ketika sedotan tersebut di celupkan?
2. Jelaskan mengapa bisa terjadi demikian! Bagaimana perbedaan ketinggian air yang terdapat di dalam masing-masing sedotan tersebut? Mengapa demikian?
3. Bagaimanakah hubungan antara ketinggian fluida dengan diameter sedotan dari percobaan tersebut?
4. Cobalah berliterasi tentang persamaan kapilaritas! Pipa kapiler berdiameter 0,9 mm dimasukkan kedalam alkohol 20°C ($\rho = 800 \text{ kg/m}^3$). Jika sudut kontak 45° dan tegangan permukaan 0,023 N/m. Tentukan berapa tinggi alkohol dalam pipa? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
5. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan!
6. Tuliskan hasil percobaan dan jawaban kalian pada kertas HVS A4

C. Viskositas

Inquiry (Menemukan)

Perhatikan video dibawah!



Sumber: <https://youtu.be/iPmYgzhXMao?si=0gz4tyMd32zV2RmP>

Dita sedang membantu ibunya di dapur. Ia mengamati berbagai jenis cairan yang ada. Karena penasaran, ia mencoba menuangkan cairan tersebut ke dalam gelas terpisah dari ketinggian yang sama. Dita melihat bahwa air mengalir sangat cepat, minyak goreng mengalir lebih lambat, sedangkan madu mengalir paling lambat. Untuk memahami lebih jauh, ia melakukan percobaan sederhana dengan menjatuhkan kelereng ke dalam masing-masing cairan tersebut. Dita menggunakan stopwatch di ponselnya untuk menghitung waktu yang dibutuhkan kelereng untuk mencapai dasar gelas. Berikan prediksi kalian, bagaimana gerakan kelereng di dalam setiap cairan?, dan apakah kelereng jatuh dengan kecepatan yang sama di setiap cairan? pada percobaan yang dilakukan Dita.

Konsep Fisika

Peristiwa yang terjadi pada percobaan tersebut berkaitan dengan viskositas atau kekentalan suatu cairan. Viskositas adalah ukuran ketahanan suatu cairan untuk mengalir. Viskositas disebabkan oleh gaya gesekan antar molekul dalam cairan. Setiap fluida memiliki viskositas yang berbeda. Fluida yang memiliki viskositas tinggi akan mengalir lebih lambat dibandingkan dengan fluida yang memiliki viskositas rendah. Suhu mempengaruhi viskositas suatu fluida. Semakin tinggi suhu, viskositas suatu fluida akan semakin rendah, sehingga fluida dapat mengalir lebih cepat.

Questioning (Bertanya)

Tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang muncul saat melihat atau mengalami permasalahan yang sudah diungkapkan diatas!

- 1.
- 2.
- 3.

Pertanyaan tidak terbatas sejumlah tiga butir, dapat ditambahkan

Tingkat kekentalan (Viskositas) suatu fluida dinyatakan oleh koefisien kekentalan fluida tersebut. Jika sebuah bola dijatuhkan ke dalam fluida, maka akan mengalami gaya gesek antara permukaan benda dengan fluida. Gaya gesek ini besarnya sebanding dengan koefisien viskositas fluida.

Menurut Stokes, besar gaya tersebut adalah

$$F = 6\pi\eta rv$$

Keterangan:

F = gaya yang bekerja (N)
 η = koefisien viskositas (Pas)
 r = jari-jari bola (m)
 v = kecepatan bola (m/s)

Koefisien viskositas didefinisikan sebagai hambatan pada aliran cairan. Koefisien viskositas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Poiseuille:

$$\eta = \frac{2r^2 g}{9 v} (\rho_b - \rho_f)$$

Keterangan:

η = koefisien viskositas (Ns/m^2)
 r = jari jari bola (m)
 ρ_b = massa jenis bola (kg/m^3)
 ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 v = kecepatan terminal bola (m/s^2)

Pemodelan

Sebuah bola kecil berdiameter 2 mm dijatuhkan ke dalam sebuah tabung berisi gliserin. Bola tersebut mencapai kecepatan terminal sebesar 0,5 m/s. Jika koefisien viskositas gliserin adalah 1,5 Pa.s, tentukan massa bola tersebut! (Anggap massa jenis gliserin 1260 kg/m^3 dan percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Jawab:

Diketahui:

d (diameter bola)	=	mm	=	m
r (jari-jari dalam pipa)	=	m		
g (percepatan gravitasi)	=	m/s^2		
v (kecepatan terminal)	=	m/s		
η (viskositas gliserin)	=	Pa.s		
ρ (massa jenis gliserin)	=	kg/m^3		
m (massa bola)	= ... ?			

Penyelesaian:

Pada kecepatan terminal, gaya gesek sama dengan gaya berat.

$$\text{Gaya gesek } (F_g) = 6\pi\eta rv$$

$$\text{Gaya berat } (W) = mg$$

Karena $F_g = W$, maka:

$$6\pi\eta rv = mg$$

$$m = \frac{(6 \cdot \pi \cdot 1,5 \cdot \text{Pa.s} \cdot 1,260 \cdot \text{kg/m}^3 \cdot 0,01 \cdot 0,5)}{10}$$

$$m \approx 1,5 \text{ kg}$$

Jadi, massa bola tersebut adalah sekitar 1,5 kg.

Konstruktivisme

Lakukan percobaan berikut!

1) Tujuan:

- Menunjukkan adanya pengaruh viskositas terhadap gerak benda di dalam fluida.
- Menunjukkan hubungan viskositas dan kecepatan gerak benda dalam fluida.

2) Alat dan Bahan:

- 3 botol aqua sedang
- Minyak Goreng
- Sunlight
- Air Mineral
- Kelereng (diameter: 1,5 cm)
- Stopwatch

3) Prosedur Kerja

- Siapkan 3 botol aqua sedang di meja,
- Botol pertama isi dengan air mineral, botol kedua isi dengan minyak goreng, botol ketiga isi dengan sunlight,
- Masukkan masing-masing satu kelereng dalam tiap botol dan tutup dengan rapat,
- Siapkan stopwatch untuk menghitung cepat gerak benda dalam fluida,
- Balik botol yang berisi air dan kelereng bersamaan dengan menyalakan stopwatch,
- Amati proses pergerakan kelereng dalam fluida tersebut dan hentikan stopwatch ketika kelereng sudah mencapai dasar botol,
- Ulangi langkah d,e dan f pada botol yang diisi dengan minyak goreng dan sunlight.

4) Hasil Pengamatan

Tabel 2. 3 Data Hasil Pengamatan Percobaan Viskositas

No	Jenis Larutan	Waktu (s)
1	Air	
2	Minyak Goreng	
3	Sunlight	

Masyarakat Belajar

Setelah melakukan percobaan diatas, maka jawablah pertanyaan dibawah ini!

1. Dari hasil pengamatanmu, ungkapkan pengaruh jenis viskositas terhadap gerak benda di dalam fluida pada percobaan yang dilakukan!
2. Dari hasil percobaan yang telah kamu lakukan, jelaskan bagaimana viskositas ketika menggunakan air mineral, minyak goreng, dan sunlight!
3. Apakah waktu yang dibutuhkan kelereng mencapai dasar botol pada tiap jenis cairan berbeda? mengapa demikian.
4. Urutkan jenis cairan yang memiliki viskositas terendah hingga tertinggi dari percobaan yang telah dilakukan.
5. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan!
6. Tuliskan hasil percobaan dan jawaban kalian pada kertas HVS A4

Autentic Assessment

1. Sebuah silet terapung di atas air. Panjang silet tersebut adalah 4 cm dan memiliki massa 6 gram. Rumuskan tegangan permukaan air tersebut!
2. Sebuah tanaman hias diletakkan di dalam pot berpori-pori. Diketahui bahwa diameter rata-rata pori-pori pot tersebut adalah 0,2 mm. Air dalam pot memiliki tegangan permukaan $0,072 \text{ N/m}$ dan sudut kontak antara air dengan pori-pori pot adalah 0° . Jika densitas air adalah 1000 kg/m^3 , analisislah ketinggian maksimum air yang dapat naik melalui pori-pori pot tersebut akibat kapilaritas! (percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$).
3. Sebuah bola logam berjari-jari 2 cm dijatuhkan ke dalam dua tabung berisi cairan yang berbeda pada suhu yang sama. Pada tabung pertama berisi gliserin dengan viskositas 1,5 Pa.s, bola mencapai kecepatan terminal $0,2 \text{ m/s}$. Jika bola yang sama dijatuhkan ke dalam tabung kedua berisi cairan misterius, bola mencapai kecepatan terminal $0,4 \text{ m/s}$. Massa jenis bola logam adalah 8000 kg/m^3 , dan percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 . Analisislah viskositas cairan misterius tersebut!

REFLEKSI

A. Buatlah rangkuman dari kegiatan belajar II yang sudah kalian lakukan!

B. Kesulitan belajar yang kalian hadapi pada kegiatan belajar II?

Data Penyusun LKPD :

Nama : MUHAMMAD HILMI NASIR

NIM : 23031240009

Kelas : A Magister Pendidikan Fisika UNY



Dosen Pembimbing :

Nama : DR. Restu Widiatmono, S.Si., M.Si.

NIP : 197205221998021001