

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Konsep Termodinamika dan Hukum I Termodinamika

Identitas LKPD

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Konsep Termodinamika dan Hukum I Termodinamika

Kelas/Fase : XI/F

Alokasi Waktu : 2 X 45 menit

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok :

Tujuan Percobaan

Setelah melakukan kegiatan praktikum, peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi sistem dan lingkungan pada percobaan.
2. Membuktikan terjadinya perpindahan kalor antara air dan gas.
3. Mengidentifikasi usaha yang dilakukan atau diterima gas.
4. Menentukan besar usaha (W) dan kalor (Q) dari data percobaan.
5. Membuktikan proses tekan-lepas berlangsung tanpa kalor ($Q \approx 0$).
6. Menemukan hubungan usaha, kalor, dan energi dalam ($\Delta U = Q - W$).
7. Menjelaskan penerapan Hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

Alat dan Bahan

Alat

1. Statif dan klem
2. Termometer
3. Gelas beaker/wadah tahan panas
4. Baskom/wadah besar
5. Penggaris/mistar
6. Neraca/timbangan digital
7. Stopwatch
8. Benang/tali

Bahan

1. Botol plastik kosong (kapasitas ± 600 mL)
2 buah
2. Balon karet kecil-sedang 2 buah
3. Suntikan (sprit) plastik 20–50 mL tanpa jarum 3 buah
4. Beban gantung dasar (massa diketahui)
5. Beban tambahan (massa diketahui, lebih kecil)
6. Air panas (± 60 – 70°C) secukupnya
7. Air es (± 5 – 10°C) secukupnya
8. Penyumbat/lem tembak

Percobaan 1

Langkah Kerja

1. Pasang balon kempis pada mulut botol ke-1, pastikan tersambung rapat agar udara tidak bocor. Catat suhu ruang sebagai suhu awal (T_1) dan ukur keliling balon mula-mula (K_1) menggunakan benang yang dilingkarkan lalu diukur panjangnya dengan penggaris.
2. Timbang massa air panas yang akan digunakan, catat suhu awalnya, lalu rendam botol ke-1 (posisi balon tetap di atas permukaan air) ke dalam air panas tersebut.
3. Tunggu beberapa menit hingga balon tidak lagi membesar (dianggap setimbang). Catat keliling balon akhir (K_2), suhu akhir udara dalam botol (T_2), dan suhu akhir air.
4. Ulangi langkah 1–3 menggunakan botol ke-2 dan air es sebagai pengganti air panas, untuk mengamati balon yang mengempis.
5. Hitung volume balon pada tiap kondisi menggunakan pendekatan bola: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$, dengan $r = K/2\pi$ (K dalam meter). Catat hasilnya pada tabel pengamatan.

Tabel Pengamatan

Pengamatan	K1 (cm)	K2 (cm)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	T1 gas (°C)	T2 gas (°C)	T1 air (°C)	T2 air (°C)	M (g)
Direndam air panas									
Direndam air es									

Keterangan:

K1 = keliling balon mula-mula

K2 = keliling balon akhir

V1 = volume gas mula-mula

V2 = volume gas akhir

T = suhu.

Pengolahan Data

Rumus dan keterangan:

1) Kalor (Q)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan:

- Q = kalor yang berpindah antara air dan gas dalam botol (joule, J)
- m = massa air yang digunakan (kg)
- c = kalor jenis air = 4.200 J/kg°C
- ΔT = perubahan suhu air, $\Delta T = |T \text{ air akhir} - T \text{ air awal}|$ (°C)
- Tanda Q: positif jika air melepas kalor ke gas (suhu air turun setelah kontak dengan botol); negatif jika air menyerap kalor dari gas (suhu air naik setelah kontak dengan botol)

2) Volume gas (pendekatan bentuk bola pada balon)

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3, \text{ dengan } r = K / (2\pi)$$

Keterangan:

- V = volume gas yang mengisi balon (cm³ atau m³)
- r = jari-jari balon (cm atau m)
- K = keliling balon hasil pengukuran (cm atau m)
- $\pi \approx 3,14$

Pengolahan Data

Pengamatan	$Q = m \times c \times \Delta T$ (J)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	Arah ΔU
Direndam air panas				bertambah / berkurang (coret)
Direndam air es				bertambah / berkurang (coret)

Pengolahan Data

1. Tuliskan langkah perhitungan lengkap untuk perlakuan air panas, mulai dari menghitung Q , menghitung r_1 dan r_2 ($r = K/2\pi$), hingga V_1 dan V_2

2. Tuliskan langkah perhitungan lengkap untuk perlakuan air es mulai dari menghitung Q , menghitung r_1 dan r_2 ($r = K/2\pi$), hingga V_1 dan V_2

Pertanyaan

1. Pada percobaan ini, tentukan mana yang berperan sebagai sistem dan mana yang berperan sebagai lingkungan menurut ananda. Apakah sesuai dengan hipotesis awal ananda?

2. Buktikan dari nilai Q yang telah ananda hitung bahwa kalor benar-benar berpindah saat botol direndam air panas maupun air es. Bandingkan dengan hipotesis awal ananda.

3. Bandingkan perubahan volume balon pada perlakuan air panas dan air es. Menurut ananda, apakah sesuai dengan dugaan awal tentang hubungan kalor yang diterima/dilepas gas dengan perubahan energi dalamnya?

4. Berdasarkan arah perubahan volume balon pada masing-masing perlakuan, apa yang dapat ananda simpulkan tentang arah perubahan energi dalam (ΔU) gas?

5. Pada perlakuan direndam air panas, menurut ananda apakah gas dalam botol menerima atau melepas kalor?

6. Pada perlakuan direndam air es, menurut ananda apakah gas dalam botol menerima atau melepas kalor?

Percobaan 2

Langkah Kerja

1. Siapkan dua buah spuit (sebut spuit A dan B). Untuk masing-masing spuit, tarik pistonnya hingga terisi udara pada volume tertentu, lalu tutup rapat ujung spuitnya menggunakan penyumbat/lem tembak agar udara tidak keluar/masuk.
2. Pasang spuit A secara vertikal pada statif dengan piston menghadap ke atas, lalu gantungkan beban dasar pada pistonnya. Catat posisi awal piston (s_1) dan suhu gas mula-mula (T_1) pada suhu ruang.
3. Timbang massa air panas yang akan digunakan, catat suhu awalnya, lalu rendam badan spuit A (bukan bagian piston) ke dalam air panas tersebut.
4. Tunggu hingga piston berhenti bergerak (dianggap setimbang). Catat posisi akhir piston (s_2), suhu akhir gas (T_2), dan suhu akhir air.
5. Pasang spuit B secara vertikal pada statif dengan cara yang sama seperti spuit A, lalu gantungkan beban dasar pada pistonnya. Catat posisi awal piston (s_1) dan suhu gas mula-mula (T_1).
6. Timbang massa air es yang akan digunakan, catat suhu awalnya, lalu rendam badan spuit B ke dalam air es tersebut.
7. Tunggu hingga piston berhenti bergerak (dianggap setimbang). Catat posisi akhir piston (s_2), suhu akhir gas (T_2), dan suhu akhir air.
8. Catat seluruh data dari kedua kegiatan pada tabel pengamatan yang telah disediakan, lalu lanjutkan ke bagian pengolahan data.

Tabel Pengamatan

Pengamatan	Massa beban dasar (kg)	s_1 (cm)	s_2 (cm)	T_1 gas ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 gas ($^{\circ}\text{C}$)	T_1 air ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 air ($^{\circ}\text{C}$)	M air (g)
Direndam air panas								
Direndam air es								

Pengolahan Data

Rumus dan keterangan:

1) Usaha (W)

$$W = F \times s$$

Keterangan:

- W = usaha yang dilakukan atau diterima gas (joule, J)
- F = gaya total yang bekerja pada piston, $F = m(\text{beban}) \times g$ (newton, N)
- $m(\text{beban})$ = massa beban dasar (kg)
- g = percepatan gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$
- s = besar perpindahan piston, $s = |s_2 - s_1|$ (meter, m)
- Tanda W: positif jika piston bergerak naik (gas melakukan usaha terhadap lingkungan); negatif jika piston bergerak turun (lingkungan melakukan usaha terhadap gas)

2) Kalor (Q)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan:

- Q = kalor yang berpindah antara air dan gas (joule, J)
- m = massa air yang digunakan (kg)
- c = kalor jenis air = $4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- ΔT = perubahan suhu air, $\Delta T = |T \text{ air akhir} - T \text{ air awal}|$ ($^\circ\text{C}$)
- Tanda Q: positif jika air melepas kalor ke gas (suhu air turun); negatif jika air menyerap kalor dari gas (suhu air naik)

3) Perubahan energi dalam (ΔU) — Hukum I Termodinamika

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan:

- ΔU = perubahan energi dalam gas (joule, J)
- Q dan W = nilai kalor dan usaha dengan tanda sesuai ketentuan di atas (J)

Pengolahan Data

Pengamatan	$F = m \times g$ (N)	s (m)	$W =$ $F \times s$ (J)	$Q =$ $m \times c \times \Delta T$ (J)	$\Delta U = Q$ $- W$ (J)
Direndam air panas					
Direndam air es					

Pengolahan Data

1. Tuliskan langkah perhitungan lengkap untuk perlakuan air panas

[illegible]

2. Tuliskan langkah perhitungan lengkap untuk perlakuan air es

[illegible]

Pertanyaan

1. Pada percobaan ini, tentukan mana yang berperan sebagai sistem dan mana yang berperan sebagai lingkungan menurut ananda.

2. Buktikan dari nilai Q yang telah ananda hitung bahwa kalor benar-benar berpindah saat spuit direndam air panas maupun air es. Bandingkan dengan hipotesis awal ananda.

3. Ke arah mana piston bergerak pada perlakuan direndam air panas? Menurut ananda, apakah pada kondisi ini gas melakukan usaha terhadap lingkungan, atau lingkungan yang melakukan usaha terhadap gas?

4. Ke arah mana piston bergerak pada perlakuan direndam air es? Menurut ananda, apakah pada kondisi ini gas melakukan usaha terhadap lingkungan, atau lingkungan yang melakukan usaha terhadap gas?

5. Bandingkan nilai ΔU pada perlakuan air panas dan air es. Menurut ananda, apakah hasilnya sesuai dengan dugaan awal tentang hubungan kalor yang diterima/dilepas gas dengan perubahan energi dalamnya?

6. Berdasarkan data W dan Q yang telah ananda peroleh dari kedua perlakuan, tuliskan hubungan antara W , Q , dan ΔU dalam bentuk persamaan menurut kelompok ananda. Bandingkan dengan persamaan Hukum I Termodinamika yang sebenarnya.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan kelompok ananda mengenai hubungan usaha, kalor, dan energi dalam berdasarkan Hukum I Termodinamika, sesuai dengan hasil percobaan balon-botol dan suntikan berbeban yang telah ananda lakukan

[illegible]