

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Proses Termodinamika Pada Gas Ideal

Identitas LKPD

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Proses Termodinamika pada Gas Ideal

Kelas/Fase : XI/F

Alokasi Waktu : 2 X 45 menit

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok :

Tujuan Praktikum

Setelah melakukan kegiatan praktikum, peserta didik mampu:

1. Membedakan karakteristik proses isokhorik, isobarik, isothermal, dan adiabatik pada gas ideal berdasarkan data hasil percobaan.
2. Menganalisis perubahan tekanan, volume, dan suhu gas ideal pada keempat proses tersebut menggunakan persamaan termodinamika yang sesuai.
3. Menginterpretasikan grafik tekanan-volume (P-V) untuk setiap proses berdasarkan data yang diperoleh.
4. Menghitung usaha (W), kalor (Q), dan perubahan energi dalam (ΔU) pada setiap proses secara tepat

Alat dan Bahan

Alat:

1. Spuit (suntikan) plastik tanpa jarum
2. Statif dan klem
3. Selang plastik bening berukuran kecil
4. Papan skala/penggaris (untuk manometer)
5. Termometer
6. Gelas beaker/wadah tahan panas
7. Neraca/timbangan digital
8. Stopwatch

Bahan:

1. Air berwarna
2. Air panas dengan beberapa tingkat suhu (misalnya 40°C, 55°C, dan 70°C)
3. Air bersuhu ruang
4. Beban gantung
5. Lem tembak/penyumbat kedap udara
6. Vaseline/pelumas (Opsional)

Langkah Kerja**Kegiatan 1 — Proses Isokhorik (volume tetap)**

1. Siapkan spuit berisi udara, tutup rapat ujungnya, kemudian sambungkan pada selang plastik berisi air berwarna yang membentuk pipa U sebagai manometer sederhana. Pastikan posisi piston dikunci atau ditahan agar tidak bergerak sama sekali selama percobaan berlangsung, misalnya dengan mengikatnya pada statif.
2. Catat suhu gas mula-mula (T_1) serta beda tinggi permukaan air pada manometer mula-mula (h_1) sebagai acuan tekanan awal.
3. Rendam badan spuit ke dalam air panas bersuhu tertentu, misalnya 40°C . Tunggu beberapa saat hingga suhu gas stabil, kemudian catat suhu gas (T_2) dan beda tinggi permukaan air pada manometer (h_2).
4. Ulangi langkah 3 menggunakan air panas dengan suhu yang lebih tinggi (55°C , kemudian 70°C), lalu catat suhu dan beda tinggi manometer pada setiap tingkat suhu tersebut.

Kegiatan 2 — Proses Isobarik (tekanan tetap)

1. Siapkan spuit berisi udara, tutup rapat ujungnya, pasang secara vertikal pada statif dengan piston menghadap ke atas, kemudian gantungkan beban tetap pada piston agar tekanan gas tetap konstan selama percobaan.
2. Catat suhu gas mula-mula (T_1) serta posisi piston mula-mula (V_1) yang dibaca dari skala pada spuit.
3. Rendam badan spuit ke dalam air panas bersuhu tertentu, misalnya 40°C . Tunggu hingga piston berhenti bergerak, kemudian catat suhu gas (T_2) dan posisi piston (V_2).
4. Ulangi langkah 7 menggunakan air panas dengan suhu yang lebih tinggi (55°C , kemudian 70°C), lalu catat suhu dan posisi piston pada setiap tingkat suhu tersebut.

Kegiatan 3 — Proses Isotermal (suhu tetap)

1. Siapkan spuit berisi udara, tutup rapat ujungnya, pasang secara vertikal pada statif, kemudian rendam seluruh badan spuit ke dalam wadah berisi air bersuhu ruang dalam jumlah besar agar suhu tetap konstan selama percobaan. Catat suhu air (dianggap tetap) serta posisi piston mula-mula (V_1).
2. Gantungkan beban pada piston secara bertahap, dimulai dari beban yang ringan. Tunggu hingga piston berhenti bergerak, kemudian catat posisi piston (V_2) untuk setiap penambahan beban, sambil memastikan suhu air dan gas tetap konstan.
3. Ulangi langkah 10 sebanyak tiga kali dengan besar beban yang berbeda-beda.

Langkah Percobaan

Kegiatan 4 — Proses Adiabatik (tanpa perpindahan kalor)

1. Siapkan spuit berisi udara, tutup rapat ujungnya, pasang secara vertikal pada statif dalam suhu ruang tanpa direndam air. Catat posisi piston mula-mula (V_1).
2. Letakkan beban secara cepat di atas piston sehingga piston tertekan turun dengan segera. Oleh karena proses ini berlangsung dalam hitungan detik, kalor dianggap belum sempat berpindah ($Q \approx 0$). Segera catat posisi piston setelah berhenti bergerak (V_2).
3. Catat seluruh data dari keempat kegiatan pada tabel pengamatan yang telah disediakan, kemudian lanjutkan ke bagian pengolahan data.

Tabel Pengamatan

Kegiatan 1 — Isokhorik

Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	T gas ($^{\circ}\text{C}$)	h manometer (cm)
Suhu ruang (acuan)		
40		
55		
70		

Keterangan: T menyatakan suhu; h menyatakan beda tinggi permukaan air pada manometer, yang digunakan sebagai indikator perubahan tekanan gas (semakin besar h, semakin besar tekanan).

Tabel Pengamatan

Kegiatan 2 — Isobarik

Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	T gas ($^{\circ}\text{C}$)	Volume Gas (mL)
Suhu ruang (acuan)		
40		
55		
70		

Kegiatan 3 — Isotermal

Massa beban (kg)	Volume Gas (mL)
Tanpa beban (acuan)	
Beban 1	
Beban 2	
Beban 3	

Kegiatan 4 — Adiabatik

Tahap	Massa beban (kg)	Posisi piston/V (mL)
Sebelum beban diletakkan (V_1)		
Setelah beban diletakkan (V_2)		

Pengolahan Data

Kegiatan 1 — Isokhorik

Rumus:

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

Keterangan:

- P = tekanan gas, dinyatakan dalam satuan relatif berupa beda tinggi kolom air pada manometer/ h (cm)
- T = suhu gas, dikonversi ke kelvin dengan $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$
- Karena volume gas tidak berubah, usaha $W = 0$, sehingga $\Delta U = Q$

Suhu air ($^{\circ}C$)	T gas (K)	h manometer (cm)	h/T
Suhu ruang (acuan)			
40			
55			
70			

Kegiatan 2 — Isobarik

Rumus:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

$$W = P \times \Delta V$$

Keterangan:

- V = volume gas, dikonversi ke m^3 ($1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-6} m^3$)
- T = suhu gas, dikonversi ke kelvin
- P = tekanan gas, dianggap tetap karena beban pada piston tidak berubah selama percobaan ($P = F/A$, dengan F = gaya beban dan A = luas penampang piston)
- $\Delta V = V_2 - V_1$
- W = usaha gas (J); bernilai positif jika volume bertambah (gas melakukan usaha)

Pengolahan Data

Suhu air (°C)	T gas (K)	V (m ³)	h/T	W = P×ΔV (J)
Suhu ruang (acuan)				
40				
55				
70				

Kegiatan 3 — Isotermal

Rumus:

$$F = m \times g$$

$$P = F/A$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Keterangan:

- F = gaya yang bekerja pada piston akibat beban (N)
- m = massa beban (kg)
- g = percepatan gravitasi = 9,8 m/s²
- A = luas penampang piston spuit (m²), dihitung dengan $A = \pi \times (d/2)^2$, d = diameter dalam spuit
- P = tekanan gas (Pa)
- V = volume gas, dikonversi ke m³
- Karena suhu gas tetap konstan, $\Delta U = 0$, sehingga $Q = W$

Pengolahan Data

Massa beban (kg)	$F = m \times g$ (N)	$P = F/A$ (Pa)	V (m ³)	$P \times V$
Tanpa Beban				
Beban 1				
Beban 2				
Beban 3				

Kegiatan 4 — Adiabatik

Rumus:

$$F = m \times g$$

$$s = \Delta V/A$$

$$W = F \times s$$

$$\Delta U = Q - W, \text{ dengan } Q = 0$$

Keterangan:

- F = gaya yang bekerja pada piston akibat beban tambahan (N)
- m = massa beban tambahan (kg)
- s = besar perpindahan piston (m), diperoleh dari $\Delta V = |V_2 - V_1|$ dibagi luas penampang piston (A)
- W = usaha (J); karena piston bergerak turun (volume gas mengecil), usaha ini dilakukan oleh beban terhadap gas
- $Q = 0$ karena proses berlangsung sangat cepat sehingga kalor dianggap belum sempat berpindah
- ΔU = perubahan energi dalam gas (J)

V_1 (m ³)	V_2 (m ³)	$\Delta V = V_2 - V_1 $ (m ³)	A (m ²)	$s = \Delta V/A$ (m)	$F = m \times g$ (N)	$W = F \times s$ (J)	Q (J)	$\Delta U = Q - W$ (J)

Pengolahan Data

Pengolahan Data

Pengolahan Data

Pertanyaan

1. Pada Kegiatan 1, bandingkan nilai h/T untuk setiap suhu. Apakah nilainya hampir sama (tetap)? Jelaskan hubungan antara tekanan dan suhu gas ketika volumenya tidak berubah, berdasarkan hasil tersebut.

2. Pada Kegiatan 1, berapa besar usaha (W) yang dilakukan gas? Jelaskan alasannya berdasarkan perubahan volume yang anda amati.

3. Pada Kegiatan 2, bandingkan nilai V/T untuk setiap suhu. Apakah nilainya hampir sama (tetap)? Jelaskan hubungan antara volume dan suhu gas ketika tekanannya tidak berubah, berdasarkan hasil tersebut.

4. Pada Kegiatan 3, bandingkan nilai $P \times V$ untuk setiap beban. Apakah nilainya hampir sama (tetap)? Jelaskan hubungan antara tekanan dan volume gas ketika suhunya tidak berubah, berdasarkan hasil tersebut.

5. Pada Kegiatan 3, apa yang terjadi pada energi dalam gas (ΔU)? Bagaimana hubungan antara Q dan W pada proses ini?

6. Ketika gas menerima kalor saat proses pemanasan, bagaimana pengaruhnya terhadap energi dalam gas? Jelaskan berdasarkan perubahan suhu yang diamati.

Pertanyaan

6. Pada Kegiatan 4, mengapa kalor (Q) dianggap nol? Jelaskan pengaruhnya terhadap hubungan ΔU dan W .

7. Bandingkan hasil Kegiatan 1 dan Kegiatan 4. Apakah kedua gas mengalami perubahan tekanan, volume, suhu, usaha, dan energi dalam dengan cara yang sama? Jelaskan.

8. Berdasarkan seluruh hasil Kegiatan 1–4, apakah gas selalu berubah dengan cara yang sama, atau tergantung pada kondisi yang dialaminya? Jelaskan alasan anda.

9. Jika keempat proses pada Kegiatan 1–4 digambarkan pada satu grafik tekanan-volume (P – V) dari titik awal yang sama, jelaskan bagian yang membedakan bentuk garis keempat proses tersebut.

10. Apakah hipotesis awal kelompok anda sebelum melakukan percobaan ini terbukti? Jelaskan berdasarkan data percobaan.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan kelompok ananda mengenai karakteristik keempat proses termodinamika (isokhorik, isobarik, isothermal, dan adiabatik), termasuk hubungan antara tekanan, volume, suhu, usaha, kalor, dan perubahan energi dalam pada masing-masing proses, berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.

[illegible]