

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 3

HUKUM II TERMODINAMIKA, ENTROPI DAN SIKLUS CARNOT

A. Identitas LKPD

Satuan Pendidikan : SMA/MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI/Genap
Materi Pokok : Termodinamika
Kelompok :
Nama Anggota : 1. 4.
2. 5.
3. 6.

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pada LKPD ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep Hukum II Termodinamika.
2. Menganalisis arah perpindahan kalor berdasarkan Hukum II Termodinamika.
3. Menjelaskan konsep entropi secara kualitatif.
4. Menganalisis prinsip kerja mesin pendingin dan mesin kalor.
5. Menghubungkan siklus Carnot dengan efisiensi energi dalam kehidupan sehari-hari.

C. Fase 1 – Orientasi Peserta Didik Pada Masalah

Pernahkah kamu menyeduh teh panas lalu membiarkannya di meja? Lama-kelamaan teh itu mendingin sendiri hingga mencapai suhu ruangan. Teh tidak pernah tiba-tiba menjadi lebih panas dengan sendirinya.

Sekarang perhatikan kulkas di rumahmu. Bagian dalamnya dingin, tetapi bagian belakangnya terasa hangat. Kulkas seolah "mendorong" kalor dari tempat dingin ke tempat yang lebih panas padahal itu berlawanan dengan arah alamnya. Untuk bisa melakukan itu, kulkas membutuhkan energi listrik.

Yang menarik, tidak semua listrik yang digunakan kulkas berhasil diubah menjadi pendinginan. Sebagian energi selalu terbuang menjadi panas ke lingkungan.

Pertanyaan pemantik : Mengapa kalor secara alami hanya mengalir dari benda panas ke benda dingin? Apa yang dibutuhkan agar arah aliran itu bisa dibalik seperti pada kulkas? Dan mengapa tidak ada mesin — termasuk kulkas — yang bisa bekerja dengan efisiensi 100%?

D. Fase 2 – Mengorganisasikan Peserta didik untuk Belajar

Diskusikan bersama kelompok:

1. Menurutmu, ke mana arah alami perpindahan kalor? Dari panas ke dingin, atau dari dingin ke panas?
.....
.....
2. Mengapa kulkas membutuhkan energi listrik untuk bisa mendinginkan isinya?
.....
.....
3. Menurutmu, apakah mungkin ada mesin yang bekerja dengan efisiensi 100%? Mengapa?
.....
.....

Hipotesis Kelompok

E. Fase 3 – Membimbing Penyelidikan Individual / Kelompok

Percobaan ini terdiri dari tiga tahap yang saling terhubung. Tahap 1 menunjukkan arah alami kalor, Tahap 2 menunjukkan apa yang dibutuhkan untuk membalik arah kalor, dan Tahap 3 menggunakan data dari Tahap 1 untuk menghitung efisiensi maksimal mesin kalor.

Alat dan Bahan :

1. 3 gelas bening
2. 2 kapas (ukuran sama)

3. Termometer
4. Air panas
5. Alkohol 95%
6. Stopwatch
7. Air suhu ruang
8. Kipas kecil

Langkah Kerja :

Tahap 1 – Ke mana arah alami kalor ??

1. Ukur suhu air panas menggunakan termometer. Catat hasilnya sebagai T_1 pada Tabel 1.
2. Ukur suhu air pada suhu ruang. Catat hasilnya sebagai T_2 pada Tabel 1.
3. Tuangkan kedua air ke dalam satu gelas. Aduk perlahan, lalu segera ukur suhunya. Catat sebagai data menit ke-0.
4. Ukur suhu campuran setiap 2 menit selama 10 menit. Catat semua data pada Tabel 1.

Tahap 2– Apa yang dibutuhkan untuk membalik arah kalor ? ??

1. Basahi kapas pertama dengan alcohol, tempelkan di punggung tangan kiri. Diamkan 2 menit tanpa dikipasi.
2. Basahi kapas kedua dengan alcohol dalam jumlah sama, tempelkan di punggung tangan kanan. Kipasi terus menerus selama 2 menit.

Lakukan keduanya pada waktu yang bersamaan oleh orang yang sama.

Tahap 3 – Seberapa efisien proses itu ?

1. Ambil kembali data T_1 dan T_2 dari Tabel 1. Ubah keduanya ke satuan Kelvin dengan rumus : $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$.
2. Hitung efisiensi maksimal mesin kalor yang bekerja di antara dua suhu tersebut menggunakan rumus Carnot. Catat hasilnya di Tabel 3.
3. Diskusikan : apakah kulkas atau mesin nyata lainnya bisa mencapai efisiensi ini? Mengapa tidak?

Tabel hasil pengamatan

Tabel 1- Perubahan suhu campuran air (Tahap 1)

Suhu awal T_1 (air panas) = _____ °C T_2 (air suhu ruang) = _____ °C

No	Waktu (Menit)	Suhu Campuran (°C)	Perubahan Suhu	Arah Perpindahan Kalor
1	0			
2	2			
3	4			
4	6			
5	8			

Tabel 2 – Perubahan Efek Penguapan Alkohol (Tahap 2)

Kedua kapas dibasahi alkohol dalam jumlah yang sama dan diamati selama 2 menit secara bersamaan.

No	Percobaan	Perlakuan	Rasa di tangan	Lebih panas/lebih dingin
1	Percobaan A	Kapas didiamkan (tanpa kipas)		
2	Percobaan B	Kapas dikipasi terus menerus		

Tabel 3 – Perhitungan Efisiensi Carnot (Tahap 3)

Gunakan data T_1 dan T_2 dari Tabel 1.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \times 100\%$$

No	Parameter	Nilai
1	T_1 - suhu air panas (°C)	
2	T_2 - suhu air ruang (°C)	
3	T_1 - dalam Kelvin (K)	
4	T_2 - dalam Kelvin (K)	
5	Efisiensi Carnot η (%)	

F. Fase 4 – Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Berdasarkan hasil eksperimen dan diskusi, setiap kelompok menyusun hasil penyelidikan dalam bentuk presentasi konsep.

Diskusikan dan jawab:

1. Dari Tabel 1, ke mana arah perubahan suhu campuran selama 10 menit? Apakah kalor berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah, atau sebaliknya?

.....
.....

2. Apakah air campuran bisa memisah kembali menjadi panas dan dingin dengan sendirinya? Apa hubungannya dengan entropi — yaitu kecenderungan sistem menuju keadaan yang lebih tidak teratur?

.....
.....

3. Dari Tabel 2, mengapa tangan pada Percobaan B (dikipasi) terasa lebih dingin daripada Percobaan A (didiamkan)? Apa peran kipas di sini, dan apa analoginya dengan cara kerja kulkas?

.....
.....

4. Dari Tabel 3, berapa efisiensi Carnot yang kalian peroleh? Mengapa mesin nyata seperti kulkas tidak pernah bisa mencapai efisiensi ini?

.....
.....

5. Berdasarkan hasil ketiga tahap percobaan, bagaimana kalian menjawab pertanyaan pemantik? Jelaskan hubungan antara arah alami kalor, peran energi luar pada kulkas, dan keterbatasan efisiensi mesin!

.....
.....

G. Fase 5 -Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemcahan Masalah

Buatlah kesimpulan dari pembelajaran hari ini! Kaitkan hasil ketiga tahap percobaan dengan pertanyaan pemantik — mengapa kalor hanya mengalir satu arah, apa yang dibutuhkan untuk membalikinya, dan mengapa tidak ada mesin yang 100% efisien.

.....
.....
.....
.....

Refleksi

1. Dari ketiga tahap percobaan, bagian mana yang paling membantumu memahami mengapa kulkas membutuhkan listrik? Jelaskan!
2. Jika suhu dalam kulkas diturunkan lebih rendah lagi, apakah efisiensi Carnot-nya akan bertambah besar atau mengecil? Jelaskan alasanmu tanpa perlu menghitung!