

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Menentukan Efisiensi Mesin Kalor dan Koefisien Performa Mesin Pendingin Sederhana

Identitas LKPD

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Penerapan Hukum Termodinamika

Kelas/Fase : XI/F

Alokasi Waktu : 2 X 45 menit

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok :

Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum, Ananda diharapkan mampu:

1. Menentukan besar usaha (W), kalor masuk (Q_h), dan efisiensi (η) pada model mesin kalor sederhana berbasis pemanasan gas dalam spuit yang mengangkat beban.
2. Menentukan besar usaha listrik (W) dan kalor yang diserap (Q_c) pada kulkas sekolah, serta menghitung koefisien performanya (COP).
3. Membuktikan bahwa kalor yang terbuang selalu ada pada kedua alat tersebut, sehingga efisiensi seratus persen tidak dapat dicapai oleh mesin kalor mana pun.
4. Mengaitkan hasil perhitungan efisiensi dan COP dengan penerapan teknologi mesin kalor dan mesin pendingin dalam kehidupan sehari-hari serta kearifan lokal.

Alat dan Bahan

Alat

1. Statif dan klem
2. Termometer — 2 buah
3. Gelas beaker atau panci kecil
4. Neraca/timbangan digital
5. Penggaris/mistar
6. Stopwatch

Bahan

1. Spuit tanpa jarum ukuran 20-50 mL
2. Beban kecil
3. Air panas
4. Lem tembak / lakban
5. Gelas plastik/mangkuk kecil
6. Kulkas

Langkah Kerja

Kegiatan 1 — Model Mesin Kalor Sederhana

1. Tarik piston spuit hingga terisi udara pada volume tertentu, lalu tutup rapat ujungnya menggunakan lem tembak atau lakban. Pasang spuit secara vertikal pada statif dengan piston menghadap ke atas.
2. Letakkan beban langsung di atas piston sehingga piston tertahan oleh berat beban tersebut. Catat posisi awal piston (s_1) dan suhu gas mula-mula (T_1) pada suhu ruang.
3. Timbang massa air panas yang akan digunakan (m), catat suhu awalnya ($T_{\text{air awal}}$), lalu rendam badan spuit ke dalam air panas tersebut.
4. Amati piston yang terdorong naik mengangkat beban akibat gas yang memuai. Setelah piston berhenti bergerak, catat posisi akhir piston (s_2) dan suhu akhir air ($T_{\text{air akhir}}$).
5. Ulangi langkah 1–4 sebanyak tiga kali dengan massa beban yang berbeda-beda, untuk melihat pengaruh besar beban terhadap usaha dan efisiensi yang dihasilkan.
6. Catat seluruh data pada tabel pengamatan.

Kegiatan 2 — Kulkas Sekolah

1. Amati stiker/label spesifikasi pada bagian belakang atau dalam pintu kulkas, lalu catat daya listrik kulkas (P) dalam satuan watt yang tertera di sana. Apabila stiker tidak ditemukan, tanyakan kepada petugas/guru untuk memperoleh perkiraan daya kulkas tersebut.
2. Isi gelas plastik/mangkuk kecil dengan air bersuhu ruang, timbang massa airnya (m), dan ukur suhu awalnya (T_{awal}) sebelum dimasukkan ke dalam kulkas.
3. Masukkan wadah berisi air ke dalam kulkas, tutup pintu kulkas, lalu catat waktu mulai menggunakan stopwatch.
4. Setelah 30 menit, keluarkan wadah dan segera ukur suhu akhir air (T_{akhir}).
5. Catat seluruh data pada tabel pengamatan.

Tabel Pengamatan

Kegiatan 1 — Model Mesin Kalor

Percobaan	Massa beban (kg)	s1 (cm)	s2 (cm)	Massa air (g)	T air awal (°C)	T air akhir (°C)
1						
2						
3						

Keterangan: s1 = posisi awal piston; s2 = posisi akhir piston setelah terdorong naik.

Kegiatan 2 — Kulkas Sekolah

Data	Nilai
Daya listrik kulkas, P (watt), dari label alat	
Massa air dalam wadah (g)	
Suhu air awal, sebelum dimasukkan (°C)	
Suhu air akhir, setelah 30 menit (°C)	
Lama waktu pengamatan (menit)	30 menit

Pengolahan Data

Kegiatan 1 — Efisiensi Model Mesin Kalor

Rumus:

$$W = m(\text{beban}) \times g \times s, \text{ dengan } s = |s_2 - s_1|$$

$$Q_h = m(\text{air}) \times c(\text{air}) \times \Delta T(\text{air}), \text{ dengan } c \text{ air} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\eta = (W / Q_h) \times 100\%$$

$$Q_c = Q_h - W$$

Keterangan:

W = usaha yang dihasilkan mesin kalor (J)

Q_h = kalor yang diserap dari air panas (J)

η = efisiensi mesin kalor (%)

Q_c = kalor yang tidak berhasil diubah menjadi usaha, dianggap terbuang ke lingkungan (J).

Percobaan	$W = m \times g \times s$ (J)	$Q_h = m \times c \times \Delta T$ (J)	$\eta = W/Q_h$ $\times 100\%$	$Q_c = Q_h - W$ (J)
1				
2				
3				

Pengolahan Data

Pengolahan Data

Kegiatan 2 — Koefisien Performa (COP) Kulkas Sekolah

Rumus:

$W = P \times t$, dengan P dalam watt dan t dalam sekon (30 menit = 1.800 sekon)

$Q_c = m(\text{air}) \times c(\text{air}) \times \Delta T(\text{air})$

$COP = Q_c / W$

Keterangan:

W = perkiraan energi listrik yang digunakan kulkas selama 30 menit pengamatan (J), dihitung dari daya pada label alat

Q_c = kalor yang berhasil diserap dari air (J)

COP = koefisien performa kulkas.

$W = P \times t \text{ (J)}$	$Q_c = m \times c \times \Delta T \text{ (J)}$	$COP = Q_c / W$

Pertanyaan

1. Berdasarkan data Kegiatan 1, apakah nilai efisiensi (η) yang anda peroleh mencapai 100%? Jelaskan berdasarkan besar Q_c yang dihasilkan.

2. Bandingkan efisiensi (η) pada ketiga percobaan dengan massa beban berbeda. Apakah efisiensi berubah seiring bertambahnya beban? Jelaskan alasan anda.

3. Berdasarkan data Kegiatan 2, ke arah manakah kalor mengalir secara alami antara bagian dalam kulkas dan udara di sekitarnya, jika kulkas tidak dialiri listrik sama sekali? Mengapa kulkas memerlukan energi listrik agar dapat memindahkan kalor dari dalam kulkas (dingin) menuju lingkungan (lebih panas)?

4. Berdasarkan data Kegiatan 2, apakah nilai COP yang anda peroleh lebih besar atau lebih kecil dari 1? Jelaskan artinya bagi jumlah kalor yang berhasil dipindahkan dibandingkan dengan energi listrik yang digunakan.

5. Berdasarkan hasil Kegiatan 1 dan 2, apakah terdapat energi yang selalu terbuang atau tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya pada kedua alat tersebut? Jelaskan berdasarkan Hukum II Termodinamika.

6. Kaitkan hasil Kegiatan 1 dengan prinsip kerja mesin kalor pada kendaraan bermotor atau pembangkit listrik tenaga uap, dan hasil Kegiatan 2 dengan prinsip kerja AC (pendingin ruangan) di sekolah atau di rumah anda. Jelaskan keterkaitan tersebut.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan kelompok ananda mengenai efisiensi mesin kalor, koefisien performa mesin pendingin, serta bukti bahwa efisiensi seratus persen tidak dapat dicapai berdasarkan Hukum II Termodinamika, dikaitkan dengan penerapannya pada teknologi dan kearifan lokal di sekitar ananda.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....