



Universitas
Negeri
Makassar

Materi Pembelajaran Hukum Termodinamika

Tahun 2025/2026



Disusun oleh:

Helsa Juhastia
240103501014



SMA/MA
Kelas XI/XII

MATERI AJAR FISIKA HUKUM TERMODINAMIKA

A. Identitas Materi

Mata Pelajaran : Fiska

Materi : Hukum Termodinamika

Fase : Fase F

Jenjang : SMA

Kelas : XI/XII

Materi Pokok : Suhu, kalor, usaha, energi dalam, dan hukum-hukum termodinamika

B. Pendahuluan

Termodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari hubungan antara kalor, suhu, usaha, dan energi serta perubahan energi yang terjadi pada suatu sistem. Konsep termodinamika banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya ketika air dipanaskan, mesin kendaraan bekerja, kulkas mendinginkan makanan, dan AC menurunkan suhu ruangan. Peristiwa-peristiwa tersebut menunjukkan adanya perpindahan kalor dan perubahan bentuk energi. Dalam termodinamika, terdapat beberapa hukum yang menjadi dasar untuk memahami bagaimana energi berpindah dan mengalami perubahan.

Hukum I Termodinamika membahas hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam berdasarkan prinsip kekekalan energi. Hukum II Termodinamika menjelaskan arah alami perpindahan kalor serta keterbatasan perubahan kalor menjadi usaha. Sementara itu, Hukum III Termodinamika berkaitan dengan perilaku suatu sistem ketika suhunya mendekati nol mutlak (0 K). Pemahaman mengenai hukum-hukum termodinamika penting karena konsep tersebut tidak hanya digunakan dalam kajian fisika, tetapi juga menjadi dasar kerja berbagai teknologi, seperti mesin kalor, kulkas, AC, mesin kendaraan, dan pembangkit listrik.

C. Capaian Pembelajaran

Pembelajaran Fisika diarahkan agar peserta didik mampu memahami dan menerapkan konsep-konsep fisika untuk menjelaskan berbagai fenomena alam serta menggunakan prinsip fisika dalam penyelesaian masalah.

CP yang relevan dengan materi Hukum Termodinamika

Peserta didik mampu memahami konsep energi, kalor, usaha, suhu, dan perubahan energi dalam suatu sistem serta menerapkan hukum-hukum termodinamika untuk menganalisis berbagai proses termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu menggunakan persamaan fisika, melakukan analisis terhadap data atau fenomena.

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi Hukum Termodinamika, peserta didik diharapkan mampu:

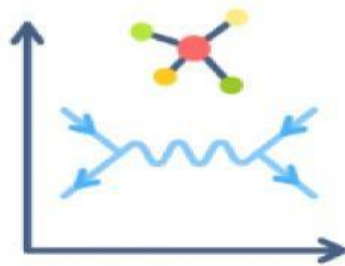
1. Menjelaskan konsep dasar termodinamika, meliputi sistem, lingkungan, suhu, kalor, dan usaha.
2. Menjelaskan hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam.
3. Mengidentifikasi bunyi dan persamaan Hukum I Termodinamika.
4. Mengidentifikasi konsep dasar dan persamaan Hukum II Termodinamika serta arah perpindahan kalor.
5. Mengidentifikasi konsep dasar Hukum III Termodinamika dan suhu nol mutlak.
6. Mengidentifikasi penerapan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

E. Materi Pembelajaran

1.1 Konsep Dasar Hukum Termodinamika

Termodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari hubungan antara kalor, suhu, usaha, dan energi serta perubahan energi yang terjadi pada suatu sistem. Dalam kehidupan sehari-hari, konsep termodinamika dapat ditemukan ketika air dipanaskan, mesin kendaraan bekerja, makanan didinginkan di dalam kulkas.

Dalam termodinamika dikenal istilah sistem dan lingkungan. Sistem adalah bagian tertentu yang menjadi objek kajian, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem yang dapat berinteraksi dengan sistem.



Contoh, gas yang berada di dalam tabung dapat dianggap sebagai sistem, sedangkan tabung dan udara di sekitarnya merupakan lingkungan. Interaksi antara sistem dan

lingkungan dapat berupa pertukaran energi dalam bentuk kalor maupun usaha.

Salah satu besaran penting dalam termodinamika adalah suhu. Suhu menunjukkan keadaan termal suatu benda dan berkaitan dengan energi kinetik rata-rata partikel penyusunnya. Semakin tinggi suhu suatu benda, semakin besar energi kinetik rata-rata partikelnya. Dalam perhitungan termodinamika, suhu biasanya dinyatakan dalam satuan Kelvin.

Keadaan suatu sistem dapat dinyatakan menggunakan beberapa besaran, seperti tekanan (P), volume (V), dan suhu (T). Untuk gas ideal, hubungan antara ketiga besaran tersebut dapat dinyatakan melalui persamaan:

$$PV = nRT$$

Keterangan :

P = Tekanan gas

V = Volume

n = Jumlah mol gas

R = Konstanta gas umum

T = Suhu mutlak



1.2 Hubungan Kalor, Usaha, dan Perubahan Energi Dalam

➤ Kalor dan usaha

Dalam suatu sistem termodinamika, kalor dan usaha merupakan dua cara utama energi dapat berpindah antara sistem dan lingkungan. Ketika suatu sistem menerima kalor, energi yang masuk tidak selalu seluruhnya digunakan untuk menaikkan suhu.

Dalam suatu sistem Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kalor yang diberikan kepada sistem dapat digunakan untuk meningkatkan energi dalam dan melakukan usaha. Sebagai contoh, ketika gas di dalam silinder dipanaskan, kalor yang diberikan



➤ Energi Dalam

Energi yang tersimpan di dalam sistem disebut energi dalam. Energi dalam merupakan keseluruhan energi mikroskopis yang berkaitan dengan gerakan dan interaksi partikel penyusun sistem. Pada gas ideal, energi dalam terutama dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu gas meningkat, energi dalam gas juga meningkat. Sebaliknya, jika suhu gas menurun, energi dalamnya berkurang. perubahan energi dalam dinyatakan sebagai:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Keterangan :

ΔU = perubahan energi dalam (J)

U_2 = energi dalam keadaan akhir (J)

U_1 = energi dalam keadaan awal (J)

menyebabkan partikel-partikel gas memperoleh energi sehingga energi dalam meningkat. Pada saat yang sama, gas dapat mengembang dan mendorong piston. Energi yang digunakan untuk mendorong piston merupakan usaha.

Semakin besar kalor yang diberikan kepada sistem, belum tentu seluruhnya menjadi perubahan energi dalam karena sebagian energi dapat berubah menjadi usaha. Sebaliknya, ketika lingkungan melakukan usaha terhadap sistem, energi sistem dapat



1.3 Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika merupakan penerapan hukum kekekalan energi pada sistem termodinamika. Hukum ini menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, tetapi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.



$$Q = \Delta U + W$$

Q = kalor

ΔU = perubahan energi dalam

W = usaha

1.4 Hukum II Termodinamika

Hukum II Termodinamika digunakan untuk menjelaskan arah alami proses termodinamika serta keterbatasan perubahan kalor menjadi usaha. Hukum II Termodinamika juga menjelaskan bahwa tidak mungkin membuat mesin kalor yang mengubah seluruh kalor yang diterimanya.

$$n = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\%$$

1.5 Hukum III Termodinamika

Hukum III Termodinamika membahas perilaku sistem ketika suhunya mendekati nol mutlak. Hukum Termodinamika berkaitan dengan keadaan suatu sistem ketika suhu mendekati nol mutlak. Nol mutlak merupakan suhu terendah secara teoritis, yaitu 0 K atau $-273,15^\circ\text{C}$.

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$$

S = entropi sistem

$\lim_{T \rightarrow 0}$ = suhu mendekati angka 0 Kelvin.

T = suhu mutlak (Kelvin)

1.6 Penerapan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

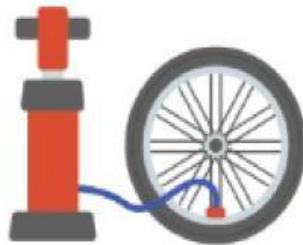
a. Hukum I Termodinamika

➤ Thermos air panas

Dinding kaca berlapis perak dan ruang hampa di dalam termos mencegah kalor keluar/masuk, sehingga energi panas air di dalamnya tetap terjaga (kekal)



➤ Pompa ban sepeda

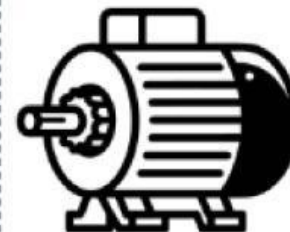


Saat Anda memompa, Anda melakukan usaha mekanik pada gas di dalam pompa. Usaha ini diubah menjadi energi dalam, sehingga pompa terasa hangat/panas

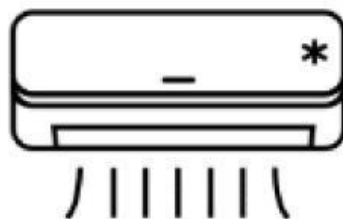
b. Hukum II Termodinamika

➤ Mesin kendaraan bermotor

Bahan bakar dibakar untuk menghasilkan panas (suhu tinggi), lalu diubah menjadi usaha (roda berputar). Sisa panasnya dibuang melalui knalpot ke udara (suhu rendah).



➤ Kulkas / AC



Kalor tidak bisa mengalir spontan dari dingin ke panas. Kulkas menggunakan bantuan usaha (kompresor listrik) untuk memaksa panas keluar dari dalam ruangan dingin ke lingkungan yang lebih hangat

c. Hukum III Termodinamika

➤ Teknologi Kriogenik (Pembekuan Ekstrem)

Digunakan untuk menyimpan sampel biologis (seperti sel atau sperma) menggunakan nitrogen cair pada suhu super dingin mendekati nol mutlak agar semua aktivitas selular dan pembusukan berhenti total.

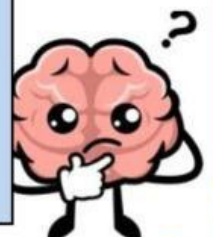


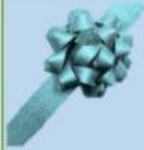
F. Contoh soal

1. Hukum I Termodinamika merupakan penerapan dari prinsip
 - A. kekekalan momentum
 - B. kekekalan energi
 - C. kekekalan massa
 - D. kesetimbangan termal
 - E. perpindahan kalor
2. Persamaan yang menyatakan Hukum I Termodinamika adalah
 - A. $Q = W - \Delta U$
 - B. $Q = \Delta U - W$
 - C. $Q = \Delta U + W$
 - D. $Q = \Delta U \times W$
 - E. $Q = \frac{\Delta U}{W}$
3. Sebuah gas menerima kalor sebesar 500 J dan melakukan usaha sebesar 200 J terhadap lingkungan. Perubahan energi dalam gas tersebut adalah
 - A. 200 J
 - B. 300 J
 - C. 500 J
 - D. 700 J
 - E. 1.000 J
4. Perhatikan pernyataan berikut.

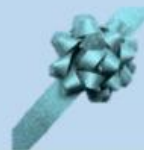
Suatu gas menerima kalor dari lingkungan. Sebagian kalor tersebut digunakan untuk melakukan usaha, sedangkan sebagian lainnya meningkatkan energi dalam gas.

Pernyataan tersebut merupakan penerapan dari



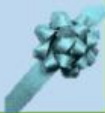


- A. Hukum Nol Termodinamika
 - B. Hukum I Termodinamika
 - C. Hukum II Termodinamika
 - D. Hukum III Termodinamika
 - E. Hukum Newton
5. Secara alami, kalor akan berpindah dari
- A. benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi
 - B. benda bermassa besar ke benda bermassa kecil
 - C. benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah
 - D. benda bertekanan rendah ke benda bertekanan tinggi
 - E. benda bervolume kecil ke benda bervolume besar
6. Es batu yang diletakkan di dalam segelas teh hangat lama-kelamaan mencair. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa
- A. kalor berpindah dari es ke teh
 - B. kalor berpindah dari teh ke es
 - C. energi tidak dapat berpindah
 - D. suhu es selalu lebih tinggi daripada teh
 - E. kalor hanya dapat berpindah melalui radiasi
7. Sebuah mesin kalor menerima kalor $Q_H = 1.000Q$ J dari reservoir bersuhu tinggi dan membuang kalor $Q_C = 600$ ke reservoir bersuhu rendah. Usaha yang dihasilkan mesin adalah
- A. 200 J
 - B. 300 J
 - C. 400 J
 - D. 600 J
 - E. 1.600 J
8. Perhatikan beberapa peristiwa berikut.
- 1. Kalor berpindah dari air panas ke lingkungan.
 - 2. Kulkas memindahkan kalor dari ruang dingin ke lingkungan dengan bantuan energi listrik.
 - 3. Es mencair ketika dimasukkan ke dalam air hangat.
 - 4. Benda panas menjadi semakin panas ketika dibiarkan di ruangan





Peristiwa yang sesuai dengan konsep Hukum II Termodinamika adalah

- A. 1, 2, dan 3
 - B. 1 dan 4
 - C. 2 dan 4
 - D. 3 dan 4
 - E. 1, 2, 3, dan 4
9. Hukum III Termodinamika berkaitan dengan perilaku sistem ketika suhunya mendekati
- A. 100°C
 - B. 50°C
 - C. 0°C
 - D. 0 K
 - E. 273 K
10. Nilai suhu nol mutlak dalam skala Celsius adalah
- A. $-273,15^{\circ}\text{C}$
 - B. -100°C
 - C. 0°C
 - D. 100°C
 - E. $273,15^{\circ}\text{C}$
- 

DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley.
- Karyono, H., Palupi, D. S., & Suharyanto. (2009). *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kanginan, M. (2017). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Erlangga.
- Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). *University physics volume 2*. OpenStax.
- Marthen, K. (2013). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Erlangga.