

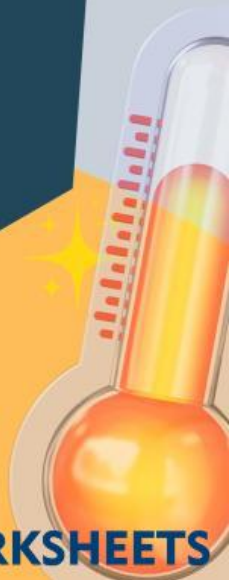


Materi Ajar

TERMODINAMIKA

$$P.V = n.R.T$$

$$P.V = n.R.T$$



Regina Mutmainna
240103501022

$$P.V=n.R.T$$

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep suhu dan kalor serta menghitung kalor menggunakan Asas Black.
2. Menjelaskan bunyi dan penerapan Hukum ke-Nol Termodinamika.
3. Menerapkan Hukum I Termodinamika beserta kapasitas kalor gas.
4. Menerapkan Hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

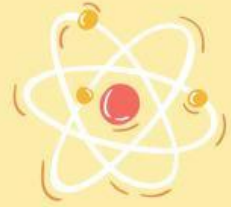
$$P.V=n.R.T$$

A. Suhu dan Kalor

1. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda. Secara mikroskopis, suhu berkaitan dengan energi kinetik rata-rata partikel penyusun benda. Dimana semakin tinggi suhu suatu benda, semakin besar energi kinetik rata-rata partikelnya. Suhu diukur menggunakan termometer, dengan beberapa skala yang umum digunakan yaitu Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Reamur ($^{\circ}\text{R}$), dan Kelvin (K).

$$P.V=n.R.T$$



2. Kalor

- Kalor (Q) adalah energi yang berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah akibat adanya perbedaan suhu. Kalor dapat menyebabkan dua hal pada suatu zat, yaitu perubahan suhu atau perubahan wujud tanpa disertai perubahan suhu (kalor laten).
- Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan suhu suatu zat dirumuskan sebagai berikut.

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

- Dimana:

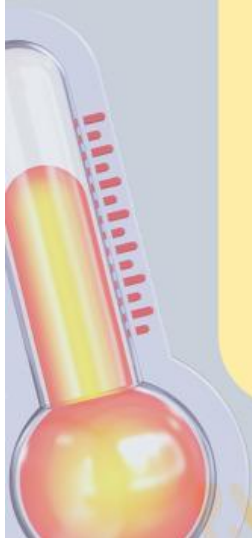
- Q = Kalor (Joule)
- m = massa benda (kg)
- c = kalor jenis (J/Kg°C)
- ΔT = Perubahan suhu (°C)



B. HUKUM KE-0 TERMODINAMIKA

Hukum ke-Nol Termodinamika mendasari konsep kesetimbangan termal dan menjadi dasar bagi cara kerja termometer. Hukum ini menyatakan bahwa jika benda A berada dalam kesetimbangan termal dengan benda C, dan benda B juga berada dalam kesetimbangan termal dengan benda C, maka benda A dan benda B berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain atau dikatakan memiliki suhu yang sama.

Contohnya yaitu ketika sebuah termometer dimasukkan ke dalam segelas air untuk mengukur suhunya, setelah beberapa saat termometer dan air akan mencapai kesetimbangan termal. Suhu yang terbaca pada termometer saat itu adalah suhu air yang sebenarnya, karena keduanya sudah tidak lagi bertukar kalor.



C. GAS IDEAL

Gas ideal adalah model gas yang disederhanakan dengan beberapa anggapan, yaitu partikel gas dianggap sebagai titik-titik yang bergerak acak tanpa gaya tarik-menarik antarpartikel, tumbukan antarpartikel maupun dengan dinding wadah bersifat lenting sempurna, serta ukuran partikel diabaikan terhadap ukuran wadah. Model ini digunakan untuk menjelaskan hubungan antara tekanan (P), volume (V), suhu (T), dan jumlah mol (n) suatu gas. Persamaan gas ideal secara umum yaitu:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$



Hukum Boyle

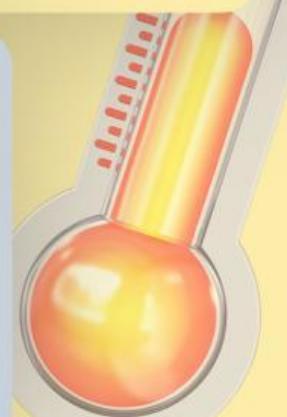
Hukum Boyle (proses isothermal). Pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya, $P_1 V_1 = P_2 V_2$. Ketika gas dimampatkan (volume mengecil), partikel gas lebih sering menumbuk dinding wadah dalam waktu yang sama sehingga tekanan naik.

Hukum Gay-Lussac

Hukum Gay-Lussac (proses isokhorik). Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya, $P_1/T_1 = P_2/T_2$. Ketika gas dipanaskan dalam ruang tertutup yang volumenya tidak berubah, partikel bergerak lebih cepat dan menumbuk dinding lebih keras sehingga tekanan meningkat.

Hukum Charles

Hukum Charles (proses isobarik). Pada tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya, $V_1/T_1 = V_2/T_2$. Ketika gas dipanaskan dan dibiarkan memuai bebas (misalnya dalam piston yang dapat bergerak), volumenya bertambah agar tekanan tetap sama.



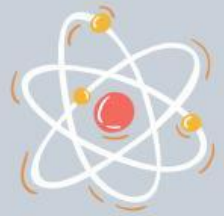
Persamaan Gas Ideal

Hubungan antara tekanan, volume, suhu, dan jumlah mol gas ideal secara umum dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$PV = nRT$$

Dimana:

- P = tekanan gas (Pa)
- V = volume gas (m³)
- n = jumlah mol (mol)
- R = konstanta gas umum (8,314 J/mol K)
- T = suhu mutlak (K)



Energi Kinetik dan Kecepatan Partikel Gas

Berdasarkan teori kinetik gas, energi kinetik rata-rata partikel gas ideal hanya bergantung pada suhu mutlaknya, sesuai persamaan berikut.

$$E_k = (3/2) \times k \times T$$

Semakin tinggi suhu gas, semakin cepat gerak partikel-partikelnya, sehingga energi dalam gas juga semakin besar. Konsep inilah yang menjadi jembatan menuju pembahasan energi dalam pada Hukum I Termodinamika



D. HUKUM I TERMODINAMIKA

Hukum I Termodinamika merupakan penerapan hukum kekekalan energi pada sistem termodinamika. Hukum ini menyatakan bahwa kalor yang diberikan pada suatu sistem akan digunakan untuk mengubah energi dalam sistem dan melakukan usaha.

$$\Delta U = Q - W$$

Dimana:

- ΔU = perubahan energi dalam (J)
- Q = kalor yang dilepas atau diterima sistem (J)
- W = usaha yang dilakukan sistem (J)

ISOKHORIK

Gas berada dalam wadah kaku (volume tidak berubah), sehingga gas tidak melakukan usaha. Seluruh kalor yang diberikan digunakan untuk mengubah energi dalam gas, misalnya saat gas dalam tabung tertutup dipanaskan.

ISOBARIK

Gas dibiarkan memuai atau menyusut sementara tekanannya dijaga tetap, misalnya gas dalam silinder berpiston bebas. Usaha yang dilakukan gas sebanding dengan perubahan volumenya.

Proses-Proses Termodinamika

ISOTERMAL

Gas berubah volume dan tekanannya secara perlahan sehingga suhunya tetap konstan. Karena suhu tidak berubah, energi dalam gas juga tidak berubah, sehingga seluruh kalor yang diserap diubah menjadi usaha.

ADIABATIK

Prosesnya berlangsung sangat cepat atau sistem terisolasi rapat sehingga tidak sempat terjadi pertukaran kalor dengan lingkungan. Usaha yang dilakukan atau diterima gas sepenuhnya berasal dari perubahan energi dalamnya.

Kapasitas Kalor Gas

Kapasitas kalor (C) menyatakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1 K (atau 1°C). Pada gas, nilai kapasitas kalor ternyata berbeda tergantung pada kondisi saat gas dipanaskan, apakah volumenya dijaga tetap atau tekanannya dijaga tetap. Karena itu, dikenal dua jenis kapasitas kalor gas, yaitu kapasitas kalor pada volume tetap (C_v) dan kapasitas kalor pada tekanan tetap (C_p).

$$Q = n \times C_v \times \Delta T \text{ (pada volume tetap)}$$

$$Q = n \times C_p \times \Delta T \text{ (pada tekanan tetap)}$$

Dimana:

Q = kalor yang diperlukan (J)

n = jumlah mol gas (mol)

C_v/C_p = kapasitas kalor molar (J/mol K)

ΔT = perubahan suhu (K)

E. HUKUM II TERMODINAMIKA

- Hukum II Termodinamika menjelaskan arah alami suatu proses. Hukum ini menyatakan bahwa kalor secara alami akan mengalir dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah, dan tidak akan mengalir dengan sendirinya ke arah sebaliknya tanpa adanya usaha dari luar. Hukum ini juga berkaitan dengan konsep entropi, yaitu ukuran derajat ketidakteraturan suatu sistem, yang secara alami cenderung selalu bertambah pada proses yang terjadi secara spontan.

- Contohnya Es batu yang diletakkan di ruangan bersuhu kamar akan mencair karena kalor mengalir dari udara (bersuhu lebih tinggi) ke es (bersuhu lebih rendah). Proses sebaliknya, yaitu es batu membeku sendiri sambil melepas kalor ke udara yang lebih hangat, tidak pernah terjadi secara alami. Salah satu penerapan penting Hukum II Termodinamika adalah pada mesin kalor, yaitu alat yang mengubah kalor menjadi usaha melalui proses siklus.