

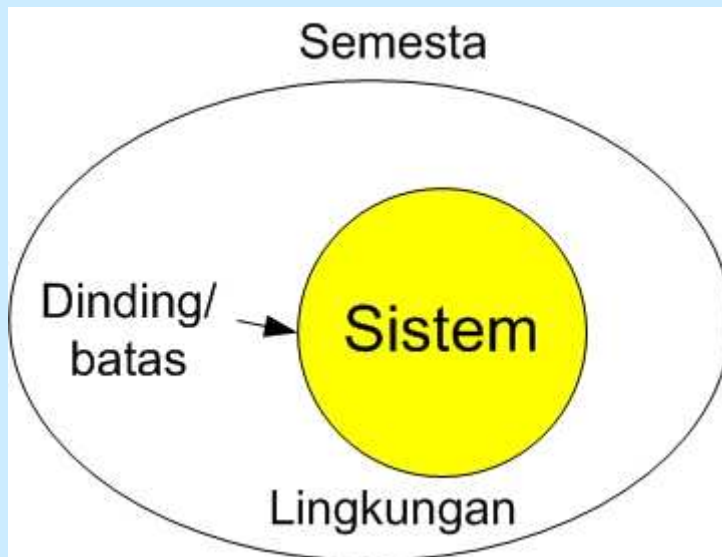
Tinjauan Singkat Termodinamika

Pengertian Dasar Termodinamika

- Termodinamika secara sederhana dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang membahas dinamika panas suatu sistem
- Termodinamika merupakan sains eksperimental yang berdasar pada sejumlah kecil prinsip yang digeneralisasi dari pengalaman atau pengamatan
- Dari prinsip-prinsip ini diturunkan hubungan umum antara aneka kuantitas makroskopik yang dipengaruhi oleh perubahan panas seperti kapasitas kalor jenis, koefisien magnetik dan dielektrik suatu bahan
- Termodinamika hanya memperhatikan sifat makro suatu bahan tanpa hipotesis sifat makro dari penyusun bahan tersebut

Sistem, Lingkungan dan Semesta

Sistem dalam termodinamika merujuk pada bagian tertentu dari semesta (universe) di dalam permukaan tertutup yang disebut batas atau dinding dari sistem



- Suatu sistem dapat mengalami pertukaran energi dengan sistem lain atau bagian luar dinding yang disebut lingkungan dari sistem yang bersangkutan
- Sistem bersama lingkungannya membentuk semesta

Sistem: Terisolasi, Tertutup dan Terbuka

- Jika sistem tidak dapat mengalami pertukaran energi dengan lingkungannya, sistem dikatakan terisolasi
- Jika sistem dapat mengalami pertukaran energi tetapi tidak dapat mengalami pertukaran bahan kandungannya, sistem disebut tertutup
- Jika sistem dapat mengalami pertukaran materi dengan lingkungannya, sistem dikatakan terbuka

Keseimbangan Termodinamika

- Keadaan dari sistem termodinamika dispesifikasi oleh nilai dari besaran yang dapat diukur secara eksperimental yang disebut variabel keadaan
- Dua keadaan sistem yang berbeda akan bergerak ke arah kesetimbangan : Kesetimbangan termal, kesetimbangan mekanik tekanan, kesetimbangan kimia
- Sistem yang berada dalam kesetimbangan termal, mekanik dan kimia dikatakan berada dalam kesetimbangan termodinamika

Proses Termodinamika

- Ketika sifat suatu sistem berubah, keadaan sistem juga berubah dan sistem dikatakan mengalami proses:
proses kuasistatik (jika simpangan dari kesetimbangan setiap saat dapat diabaikan) dan *proses nonkuasistatik* (jika selama proses simpangan dari kesetimbangan cukup besar)
- Proses dapat berlangsung secara isovolum atau isokorik, isobar, isothermal dan adiabatik

Persamaan Keadaan

- Temperatur \sim rasa panas atau dingin
- Tekanan \sim gaya yang bekerja tegak lurus pada satu satuan luas (N/m^2)
- Kuantitas eksternal lain yang banyak digunakan adalah volume
- Hasil pengamatan terhadap temperatur, tekanan dan volume suatu sistem gas memperlihatkan bahwa sifat-sifat dari bahan murni tidak dapat mempunyai nilai sembarang melainkan harus ditentukan sesuai jenis bahannya
- Sifat-sifat temperatur, tekanan dan volume ini terikat oleh satu hubungan tertentu yang disebut dengan persamaan keadaan
- Persamaan keadaan gas ideal : $PV = nRT$

Gas Van der Waals

- Persamaan keadaan yang lebih akurat dibanding persamaan gas ideal diantaranya persamaan keadaan Van der Waals

$$\left(P + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT$$

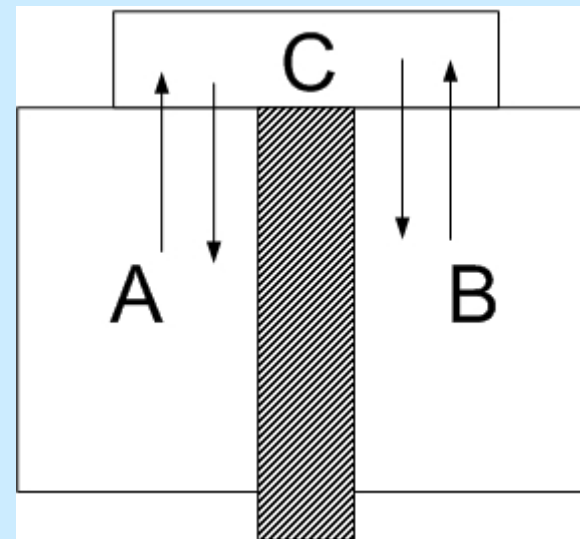
- Satu persamaan keadaan yang diberikan dalam ekspansi volume adalah

$$PV = A + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \dots$$

Hukum-Hukum Termodinamika

Hukum Ke Nol

“Dua sistem yang berada dalam kesetimbangan termal dengan sistem ketiga, berarti ketiga sistem tersebut berada dalam kesetimbangan satu dengan lainnya”



Hukum Pertama

“Perubahan energi dalam (U) sistem pada suatu proses sama dengan aliran panas total (Q) ke dalam sistem dikurangi kerja (W) yang dilakukan sistem”

$$U_2 - U_1 = Q - W \sim \text{kekekalan energi}$$

Kerja didefinisikan sebagai

$$W = \int F dx = \int P \underbrace{A dx}_{dV} = \int P dV \quad \Leftrightarrow \text{Sistem dikatakan tidak melakukan atau tidak mendapat kerja jika volume sistem tetap}$$

Kapasitas Panas

Dalam kasus tidak ada kerja, seluruh kalor yang masuk sistem digunakan untuk meningkatkan energi dalam. Sebaliknya kalor yang keluar dari sistem seluruhnya berasal dari penurunan energi dalam. Terkait dengan kalor atau panas yang keluar-masuk sistem didefinisikan kapasitas panas jenis sebagai aliran panas ke dalam sistem per satuan panas. Dalam kondisi volume tetap, kapasitas panas jenis didefinisikan sebagai

$$C_V = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_V$$

Sedangkan dalam kondisi tekanan tetap

$$C_P = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_P$$

Hukum pertama termodinamika menyatakan

$$dQ = dU + PdV$$

Yang dapat dinyatakan menjadi

$$dQ = C_V dT + PdV$$

Atau

$$dQ = C_p dT - VdP$$

Untuk gas ideal kedua kapasitas panas jenis C_V dan C_p dihubungkan oleh persamaan


$$C_p = C_V + nR$$

Untuk gas ideal monoatomik $C_V = \frac{3}{2} nR$

Untuk gas ideal diatomik $C_V = \frac{5}{2} nR$

Hukum kedua

“Tidak ada proses yang dapat berlangsung terus-menerus dengan menyerap kalor dan mengkonversikan seluruh kalor yang diserap tersebut menjadi kerja tanpa hasil samping (kalor dilepas)”


$$\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \longrightarrow \text{Efisiensi mesin akan mencapai 100\% jika } T_2 = 0$$

Hukum ketiga

“Temperatur nol mutlak tidak dapat dicapai dengan langkah berhingga”



Tidak mungkin dibuat mesin dengan efisiensi 100 %

Energi Bebas

Entalpi didefinisikan sebagai : $H = U + PV$

Definisi fungsi atau energi bebas Helmholtz : $A = U - TS$

Definisi fungsi atau energi bebas Gibbs : $G = H - TS$

Hubungan perubahan energi dalam dU , entalpi dH , energi bebas Helmholtz dA dan energi bebas Gibbs dG :

$$dU = TdS - PdV$$

$$dH = TdS + VdP$$

$$dA = -PdV - SdT$$

$$dG = -SdT + VdP$$

