

### I. 13. Keseimbangan Termodinamik

- Bila keadaan sistem berubah → terjadi interaksi sistem dengan lingkungan atau jika koordinat makroskopik berubah → sistem mengalami perubahan keadaan.
- Bila sistem tidak dipengaruhi oleh sekelilingnya, maka sistem terisolasi → Dalam penerapan praktis termodinamika, sistem biasanya dipengaruhi oleh lingkungannya.

Keseimbangan termodinamik tidak ada kecenderungan terjadinya perubahan keadaan baik untuk sistem maupun untuk lingkungannya.

- Sistem dalam keseimbangan mekanis : bila sistem tidak cenderung mengalami perubahan spontan dari struktur internalnya, seperti reaksi kimia atau perpindahan materi dari satu bagian sistem ke bagian lainnya, seperti difusi atau pelarutan. Bagaimanapun lambatnya, maka sistem dalam keadaan setimbang kimia.
- Keseimbangan termal : bila tidak terjadi perubahan spontan dalam koordinat sistem yang ada dalam keseimbangan mekanis dan kimia, bila sistem itu dipisahkan dari lingkungannya oleh dinding diaterm.

Dalam keseimbangan termal, semua bagian sistem bertemperatur sama, dan temperatur ini sama dengan temperatur lingkungannya.

Bila pernyataan ini tidak dipenuhi, perubahan keadaan akan berlangsung sampai keseimbangan termalnya tercapai.

- Bila salah satu persyaratan dari tiga jenis keseimbangan yang merupakan komponen dari keseimbangan Termodinamik tidak dipenuhi, maka sistem dalam keadaan tak setimbang.
- Jika kita pandang secara makroskopik pada salah satu dari keadaan tak setimbang, kita dapatkan tekanan satu bagian sistem berbeda dengan bagian sistem lainnya. Jadi, tidak

ada satu harga tekanan yang dapat mengacu pada sistem secara keseluruhan. Demikian juga temperatur berbeda dengan lingkungannya.

Dalam bagian ini kita hanya membahas sistem dalam kesetimbangan termodinamik.

Untuk menyederhanakan masalah, misalkan gas dengan :

- $m = \text{tetap}$ , dalam bejana yang dilengkapi, sehingga  $p$ ,  $V$ , dan  $T$  dengan mudah dapat diatur.
  
- Jika  $V$  ditetapkan dan  $T$  dipilih harga tertentu, maka kita tidak bisa mengubah  $p$ -nya, atau
- $V$  dan  $T$  dipilih, harga  $p$  pada kesetimbangan diperoleh secara alami.

Diantara ketiga koordinat Termodinamik  $p$ ,  $V$  dan  $T$  hanya dua yang merupakan perubah bebas, hal ini menunjukkan bahwa harus ada satu persamaan kesetimbangan yang menghubungkan koordinat Termodinamik.

→ Persamaan seperti itu disebut “Persamaan keadaan”.

$$pV = mRT \quad \text{atau} \quad pV = nRT$$

$$\text{atau,} \quad pv = RT$$

dimana :  
 $p = \text{N/m}^2 (= \text{Pa})$   
 $V = \text{m}^3$   
 $v = \text{sp.volum} (\text{m}^3/\text{kg})$   
 $T = \text{K}, \text{ } ^\circ\text{R}$

### **I. 13.1. Perubahan Keadaan Gas Ideal**

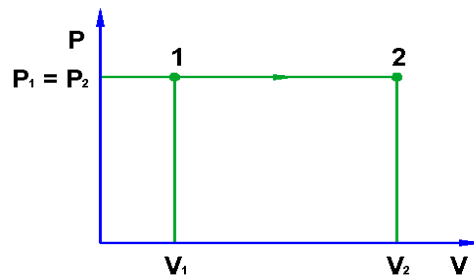
Perubahan keadaan gas ideal ada 4 empat macam, yang istimewa adalah:

1. Pada tekanan konstan ( $p = C$ )

$$pv = RT$$

$$v = \frac{R}{p}T \quad ; \quad \frac{v}{T} = \frac{R}{p} = \text{kons tan}$$

$$\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_2}{T_2}$$



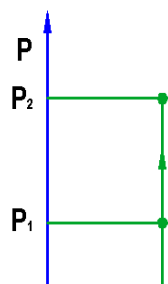
Gambar 1.7. Proses pada tekanan konstan

2. Pada volume konstan ( $v = C$ )

$$pv = RT$$

$$p = \frac{R}{v}T \quad ; \quad \frac{p}{T} = \frac{R}{v} = \text{kons tan}$$

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

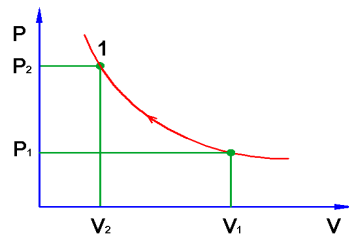


Gambar 1.8. Proses pada volume konstan

3. Pada temperatur konstan ( $T = C$ )

$$pv = RT = \text{konstan}$$

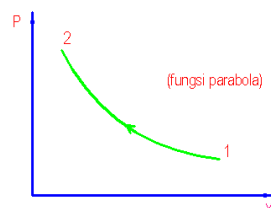
$$p_1v_1 = p_2v_2 \quad \text{atau} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{v_2}{v_1}$$



Gambar 1.9. Proses pada temperatur konstan

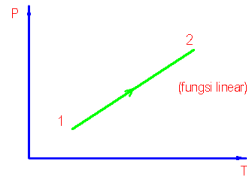
Dari ketiga proses di atas ( $p, v, T$ , konstan), maka dapat di gambarkan pada masing-masing diagram  $p, v, T$ .

- Untuk  $T = C \rightarrow$  diagram  $p-v$



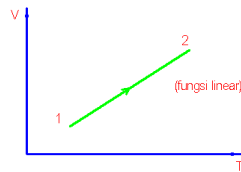
Gambar 1.10. Diagram p-v

- Untuk  $v = C \rightarrow$  diagram p-T



Gambar 1.11. Diagram p-v

Untuk  $p = C \rightarrow$  diagram v-T



Gambar 1.12. Diagram p-v

#### 4. *Perubahan Keadaan Pada Proses Adibatik*

Pada proses adiabatik: tidak ada panas yang keluar maupun yang masuk dari/ke sistem. (akan dibicarakan dalam bab selanjutnya).