

# KULIAH - X

## TERMODINAMIKA TEKNIK I TKM 203 (4 SKS) SEMESTER III

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
TAHUN 2006

**d. Proses Adiabatik**  $\rightarrow dq = 0$

Adiabatik : tidak energi (dalam bentuk panas) yang masuk maupun keluar dari /ke sistem.

Persamaan 1\* menjadi :

$$0 = \left\langle \frac{dU}{dT} \right\rangle_V dT|_{ad} + \left[ p + \left\langle \frac{dU}{dV} \right\rangle_T \right] dV|_{ad}$$

$$C_V dT|_{ad} = - \left[ p + \left\langle \frac{dU}{dV} \right\rangle_T \right] dV|_{ad} \quad \text{atau,}$$

$$C_V \left\langle \frac{dT}{dV} \right\rangle_{ad} = - \left[ p + \left\langle \frac{dU}{dV} \right\rangle_T \right]$$

Contoh : Buktikan :  $c_p - c_v = R$  untuk gas ideal :  $pV = RT$

$$\left( \frac{dV}{dT} \right)_P = \frac{R}{P} \quad \text{energi dalam } \{ U = f(T) \} \rightarrow U = C_v T + \text{konstanta}$$

$$\left( \frac{dU}{dV} \right)_T = 0 \quad , \text{ substitusi ke persamaan 2* maka } \mathbf{c_p - c_v = R}$$

**2. T dan p sebagai variable bebas  $U = f(T,p)$**

$$dU = \left( \frac{dU}{dT} \right)_P dT + \left( \frac{dU}{dp} \right)_T dp$$

>> Persamaan / Hukum Termodinamika I menjadi:

$$dq = \left( \frac{dU}{dT} \right)_P dT + \left( \frac{dU}{dp} \right)_T dp + pdV \quad v = f(p,T)$$

$$dV = \left( \frac{dV}{dp} \right)_T dp + \left( \frac{dV}{dT} \right)_P dT$$

$$dq = \left[ \left( \frac{dU}{dT} \right)_P + p \left( \frac{dV}{dT} \right)_P \right] dT + \left[ \left( \frac{dU}{dp} \right)_T + p \left( \frac{dV}{dp} \right)_T \right] dp$$

Dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk proses-proses :

1.  $T = C \rightarrow$  isothermal  $dT = 0$

2.  $p = C \rightarrow$  isobar  $dP = 0$

3.  $v = C \rightarrow$  isovolum  $dV = 0$

4.  $Q = C \rightarrow$  adiabatik  $dq = 0$

### II.3. Proses Adiabatik

Syarat :  $dQ = 0$  (sistem diisolasi)

Hukum Termodinamika I :  $dQ = dU + dW$

$$\text{atau : } 0 = dU + dW$$

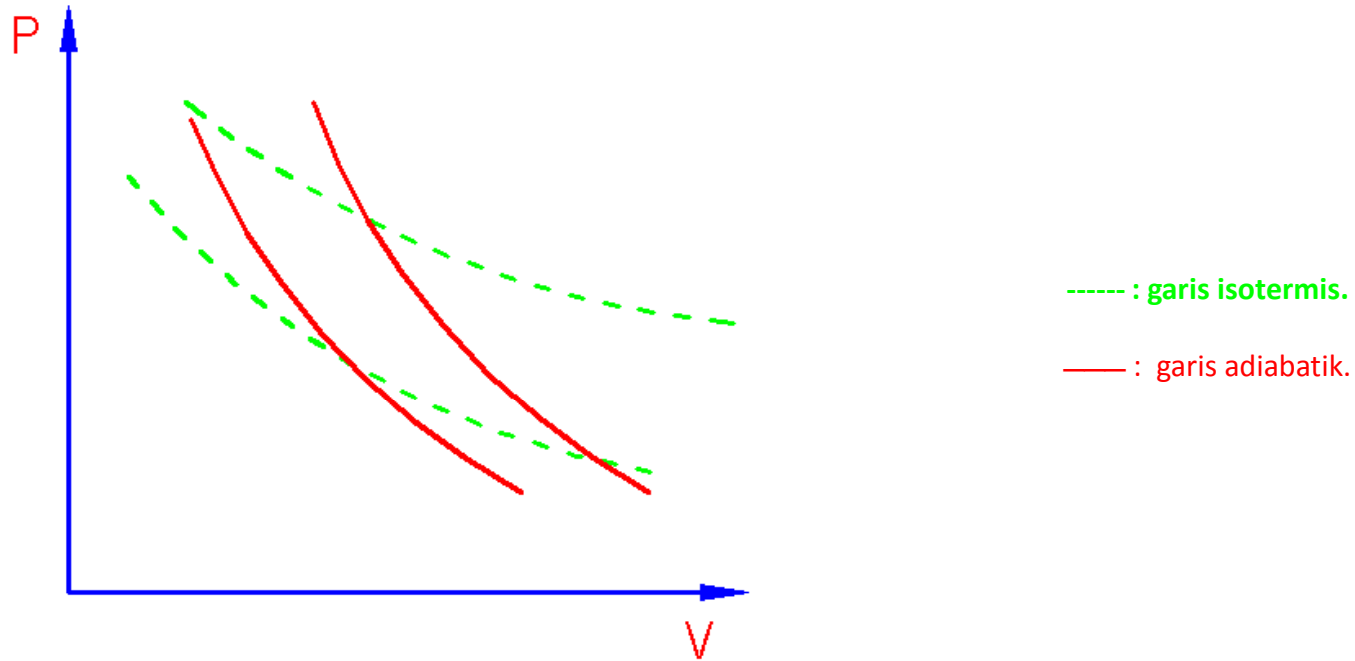
$$dU = - dW$$

$$U_2 - U_1 = -W \quad \rightarrow \quad W-, U\uparrow \quad (\text{kompresi})$$

Atau,

$$U_1 - U_2 = W \quad \rightarrow \quad W+, U\downarrow \quad (\text{ekspansi})$$

Hubungan variabel  $p$ ,  $v$  dan  $T$  dapat dibuat untuk proses adiabatik, dan dapat digambarkan di dalam  $p$ - $v$  diagram.



Gambar 2.1. Hubungan variabel  $p$ ,  $v$  dan  $T$  dapat dibuat untuk proses adiabatik

Hukum Termodinamika I :  $dQ = dU + dW$

Proses adiabatik :  $dQ = 0$

$$\rightarrow 0 = dU + dW$$

di mana:  $dU = m c_v dT$  dan  $dW = p dV$

$$(du = c_v dT)$$

$$\rightarrow m c_v dT = - p dV$$

Persamaan gas ideal :  $pV = mRT$

Integrasi diperoleh :  $pdV + Vdp = mRdT$

$$-m c_v dT + Vdp = mRdT$$

$$V \frac{dp}{dT} = m(R + c_v)$$

$$= m \cdot c_p \quad \rightarrow \quad Vdp = m c_p dT$$

dari persamaan :  $m c_v dT = -pdV$

$$m c_p dT = Vdp$$

$$\frac{c_P}{c_V} = - \frac{V dp}{p dV} \quad \frac{dp}{p} = - \left\langle \frac{c_P}{c_V} \right\rangle \frac{dV}{V}$$

$\rightarrow$  (diintegrasikan)



diperoleh :

$$\ln p = -\frac{c_p}{c_v} \ln V$$

+ konst.  $\rightarrow$  dimana

$$\frac{c_p}{c_v} = \gamma$$

$$\ln p + \ln V^\gamma = \text{konst.}$$

atau,

$$\text{dari, } m c_v dT + p dV = 0$$

$$p v^\gamma = \text{konst.}$$

$$\text{gas ideal : } pV = mRT \quad \rightarrow$$

$$p = \frac{mRT}{V}$$

$$m C_v dT + \frac{mRT}{V} dV = 0$$

$$\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_v} \frac{dV}{V} = 0 \quad \rightarrow \text{(diintegrasikan)}$$

dimana

$$\ln T + \ln V^{R/C_v} = \text{konstan}$$

$$\frac{R}{C_v} = \frac{C_p - C_v}{C_v} = \gamma - 1 \quad ; \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{kons tan}$$

dengan cara yang sama :

$$T p^{\left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right)} = \text{kons tan}$$