

TERMODINAMIKA TEKNIK (TFH2F3)



Disusun oleh :
Mukhammad Ramdhan Kirom, MSi

**Prodi S1 Teknik Fisika
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom**

Bab III : EVALUASI SIFAT

Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa dapat :

1. Memahami sifat cair
2. Memahami konsep kalor spesifik

Bab III : EVALUASI SIFAT

Sub Pokok Bahasan :

1. Sifat Cair
2. Kalor Spesifik

Didefinisikan besaran termodinamika, entalpi dengan simbol H , di mana :

$$H = U + PV \quad (\text{kJ})$$

per satuan massa :

$$h = u + Pv \quad (\text{kJ/kg})$$

Dengan mengacu pada satu keadaan sebagai nilai nol, secara praktis nilai entalpi substansi dapat ditabelkan karena h bisa diasumsikan sebagai total kalor pada substansi.

Menentukan energi dalam spesifik fase campuran dari tabel

TABLE A-2 Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor): Temperature Table

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg		
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g
.01	0.00611	1.0002	206.136	0.00	2375.3	0.01	2501.3	2501.4
4	0.00813	1.0001	157.232	16.77	2380.9	16.78	2491.9	2508.7
5	0.00872	1.0001	147.120	20.97	2382.3	20.98	2489.6	2510.6
6	0.00935	1.0001	137.734	25.19	2383.6	25.20	2487.2	2512.4
8	0.01072	1.0002	120.917	33.59	2386.4	33.60	2482.5	2516.1

“Moran J., Shapiro N.M., *Fundamentals of engineering thermodynamics* , 5th ed. ,2006, Wiley

$$u = u_f + x(u_g - u_f)$$

Untuk keadaan yang sama maka nilai kualitas x untuk volume spesifik v dan energi dalam spesifik u adalah sama

Menentukan energi dalam spesifik fase uap dari tabel

T °C	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 0.06 \text{ bar} = 0.006 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 36.16^\circ\text{C}$)				
Sat.	23.739	2425.0	2567.4	8.3304
80	27.132	2487.3	2650.1	8.5804
120	30.219	2544.7	2726.0	8.7840
160	33.302	2602.7	2802.5	8.9693
200	36.383	2661.4	2879.7	9.1398
240	39.462	2721.0	2957.8	9.2982

"Moran J., Shapiro N.M., *Fundamentals of engineering thermodynamics*, 5th ed., 2006, Wiley

Dari data uap super panas jika diketahui p dan T dapat ditentukan nilai energi dalam spesifiknya.

Misal menentukan volume spesifik untuk $P = 0,06 \text{ bar}$ dan $T = 120^\circ\text{C}$, diperoleh $u = 2544,7 \text{ kJ/kg}$

- Untuk menentukan entalpi spesifik fase campuran dan fase uap dari tabel sama seperti untuk energi dalam spesifik.
- Untuk fase campuran dicari dari tabel untuk h_f dan h_g , kemudian masukkan ke persamaan $h = h_f + x(h_g - h_f)$
- Untuk fase uap dicari nilainya dari kolom entalpi spesifik untuk tekanan dan temperatur yang diketahui.

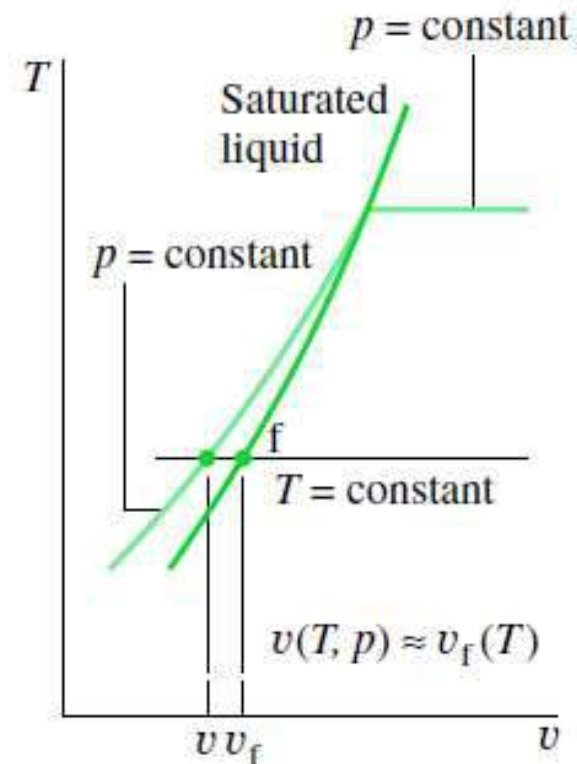
EVALUASI SIFAT ZAT CAIR

Metode khusus sering kali dapat digunakan untuk menghitung sifat zat cair dan padat.

$$v(T, p) \approx v_f(T)$$

$$u(T, p) \approx u_f(T)$$

$$h(T, p) \approx h_f(T)$$



Sumber gambar : "Moran J., Shapiro N.M., *Fundamentals of engineering thermodynamics*, 5th ed. ,2006, Wiley, hal 92

Menentukan energi dalam spesifik fase cair dari tabel

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg	
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g
50	.1235	1.0121	12.032	209.32	2443.5
55	.1576	1.0146	9.568	230.21	2450.1
60	.1994	1.0172	7.671	251.11	2456.6
65	.2503	1.0199	6.197	272.02	2463.1
70	.3119	1.0228	5.042	292.95	2469.6

$$u(T,p) \cong u_f(T)$$

Pendekatan menggunakan data zat cair jenuh

Misal menentukan energi dalam spesifik saat temperatur 60 °C dan tekanan 2 bar. Diperoleh energi dalam spesifiknya 251,11 kJ/kg

KALOR SPESIFIK

Defenisi sifat intensif c_v dan c_p untuk zat murni kompresibel sederhana, sebagai fungsi dari turunan parsial $u(T, v)$ dan $h(T, p)$, masing-masing sebagai :

$$c_v = \left. \frac{\partial u}{\partial T} \right|_v$$

$$c_p = \left. \frac{\partial h}{\partial T} \right|_p$$

Sifat rasio kalor spesifik, k , adalah perbandingan

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

$$c_v = c_p \quad \text{Inkompresibel}$$