

# **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.<br>°C | Press.<br>bar | Specific Volume<br>m <sup>3</sup> /kg |                        | Internal Energy<br>kJ/kg |                        | Enthalpy<br>kJ/kg       |                   |                        |
|-------------|---------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
|             |               | Sat.<br>Liquid<br>$v_f \times 10^3$   | Sat.<br>Vapor<br>$v_g$ | Sat.<br>Liquid<br>$u_f$  | Sat.<br>Vapor<br>$u_g$ | Sat.<br>Liquid<br>$h_f$ | Evap.<br>$h_{fg}$ | Sat.<br>Vapor<br>$h_g$ |
| .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

| $T$<br>°C  | $v$<br>m <sup>3</sup> /kg | $u$<br>kJ/kg | $h$<br>kJ/kg | $s$<br>kJ/kg · K |
|--|---------------------------|--------------|--------------|------------------|
| $p = 0.06 \text{ bar} = 0.006 \text{ MPa}$<br>$(T_{\text{sat}} = 36.16^\circ\text{C})$ |                           |              |              |                  |
| 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  $T = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ , 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.

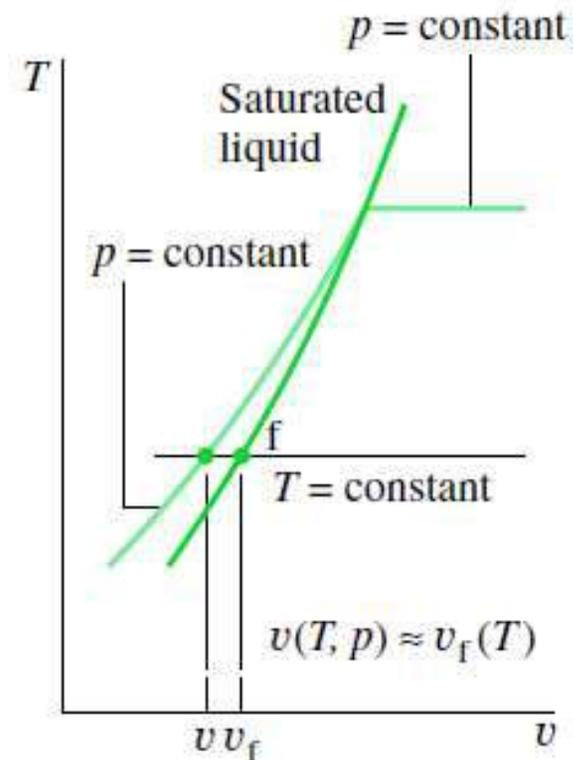
## EVALUASI SIFAT ZAT CAIR

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.<br>°C | Press.<br>bar | Specific Volume<br>m <sup>3</sup> /kg |                        | Internal Energy<br>kJ/kg |                        |
|-------------|---------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|             |               | Sat.<br>Liquid<br>$v_f \times 10^3$   | Sat.<br>Vapor<br>$v_g$ | Sat.<br>Liquid<br>$u_f$  | Sat.<br>Vapor<br>$u_g$ |
| 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

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

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