

## PSYCHROMETRICS ?

### Lecture Note ITP530

- Purwiyatno Hariyadi
- [phariyadi.staff.ipb.ac.id](http://phariyadi.staff.ipb.ac.id)
- 2015

[phariyadi.staff.ipb.ac.id](http://phariyadi.staff.ipb.ac.id)

## PSYCHROMETRICS ?

### CHECK ....

<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/drying3.htm>

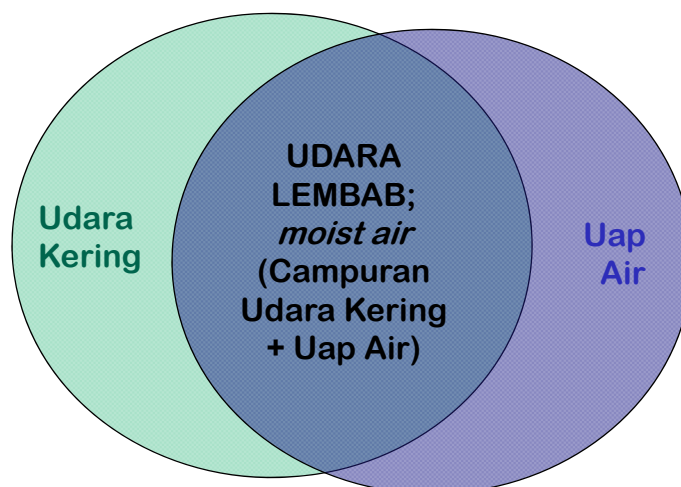
[phariyadi.staff.ipb.ac.id](http://phariyadi.staff.ipb.ac.id)

## PSYCHROMETRICS ?

- **Mempelajari sifat-sifat termodinamika campuran gas-uap**
  - **Sifat-sifat Udara Lembab (*moist air*): campuran udara kering dan uap air**
  - **Erat dengan pemecahan masalah pengeringan**

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ?



phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Kering

1. Berat Molekul ( $BM_a$ )= 28.96454

2. Volume Jenis (*Specific Volume*) udara kering ( $V'_a$ )

$$V'_a = \frac{R_a T_a}{P_a}$$

Dimana :

$T_a$  = suhu ( $^{\circ}K$ )

$P_a$  = tekanan parsial udara kering (kPa)

$R_a$  = konstanta gas udara kering (287,055  
 $m^3.Pa/kgK$ )

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Kering

3. Panas jenis udara kering ( $Cp_a$ )

Pada  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = -40 \text{ s/d } 60^{\circ}C$

$Cp_a = 0,997-1,022 \text{ kJ/kg.K}$ .

Umum digunakan :  $1,005 \text{ kJ/kg.K} = 101.325 \text{ kPa}$

4. Suhu bola kering (*dry bulb temperature*;  $T_{db}$ ) : Suhu udara yang terukur oleh sensor suhu (thermometer) tanpa modifikasi ( $^{\circ}K$ )

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Kering

### 5. Entalpi udara kering ( $H_a$ )

Kandungan panas udara kering

Diukur secara relatif (dibandingkan dengan kondisi referensi tertentu; umumnya pada  $P_{\text{atmosfir}}$  dan suhu  $0^\circ\text{C}$ )

$$H_a = 1,005 (T_{\text{db}} - T_o)$$

$H_a$  = Entalpi Udara Kering (kJ/kg) pada  $T_{\text{db}}$   
 $T_o$  = T referensi ( $0^\circ\text{C}$ )

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Uap Air

1. Berat Molekul ( $BM_w$ )= 18,015

2. Volume Jenis (Specific Volume) Uap Air ( $V'_w$ )

$$V'_w = \frac{R_w T_a}{P_w}$$

Dimana :

$T_a$  = suhu ( $^\circ\text{K}$ )

$P_w$ =tekanan parsial udara kering (kPa)

$R_w$ =konstanta gas uap air (461,52 m<sup>3</sup>.Pa/kgK)

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Uap Air

### 3. Panas jenis uap air ( $C_{p_w}$ )

Pada  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = - 71 \text{ s/d } 124^\circ\text{C}$

$$C_{p_a} = 1,88 \text{ kJ/kg.K.}$$

### 4. Entalpi uap air ( $H_w$ )

$$H_w = 2501,4 + 1,88 (T_{db} - T_o)$$

$H_a$  = Entalpi Uap Air (kJ/kg) pada  $T_{db}$

$T_o$  = T referensi ( $0^\circ\text{C}$ )

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Lembab

### 1. Kelembaban mutlak (H; *absolute humidity*)

Kandungan air pada udara lembab

Dinyatakan sebagai jumlah atau massa air per satu satuan massa udara kering

$$H = \frac{m_w}{m_a}$$
$$H = \frac{m_w}{m_a} = \frac{18,015 x_w}{29,9645 x_a} = 0,622 \frac{x_w}{x_a} = 0,622 \frac{P_w}{P_a}$$

dimana

H = kelembaban mutlak (kg air/kg udara kering)

m = massa (kg), x = fraksi massa, p = tekanan(Pa)

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Lembab

### 2. Kelembaban relative (RH; *Relative humidity*)

Perbandingan (rasio) fraksi mol uap air pada udara lembab terhadap fraksi mol uap air jika udara lembab tersebut pada kondisi jenuh

$$RH = \frac{\text{Jumlah uap air yang pada udara lembab}}{\text{Jumlah uap air yang mungkin dikandung pada kondisi jenuh}} \times 100$$

$$RH = \frac{x_w}{x_{ws}} \times 100 = \frac{P_w}{P_{ws}} \times 100$$

dimana

RH = kelembaban relative (%)

$P_w$  = Tekanan uap air

$P_{ws}$  = Tekanan uap air pada kondisi jenuh

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Lembab

### 3. Panas jenis udara lembab ( $C_s$ ; humid heat)

Jumlah panas (kJ) yang diperlukan untuk meningkatkan suhu 1 kg udara lembab sebesar 1°K

$$C_s = 1,005 + 1,88H$$

dimana

$C_s$  = panas jenis udara lembab (kJ)

H = kelembaban mutlak (kg air/kg udara kering)

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Lembab

### 3. Titik Embun ( $T_{dp}$ ; Dew Point Temperature)

Suhu dimana uap air pada udara lembab akan menjadi jenuh (uap air mulai mengembun; terjadi pada saat RH=100%) ketika udara lembab tersebut didinginkan pada tekanan konstan

### 4. Suhu bola basah ( $T_{wb}$ ; wet-bulb temperature )

Suhu yang terukur oleh termometer yang dimodifikasi (termometer ujungnya dibungkus dengan kapas basah); menunjukkan suhu pada saat terjadi kesetimbangan antara campuran uap air di udara dengan air.

phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS ? -- Sifat Udara Lembab

### Hukum Dalton:

Untuk campuran gas ideal :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots ; P_i = \text{tek parsial pressure gas } i$$
$$h = \sum(m_i/m)h_i ; (m_i/m) = \text{fraksi massa gas } i, h_i = \text{entalpi gas } i$$

Untuk campuran udara kering (a) dan uap air (v):

$$P = P_a + P_v$$
$$h = f_a h_a + f_v h_v$$

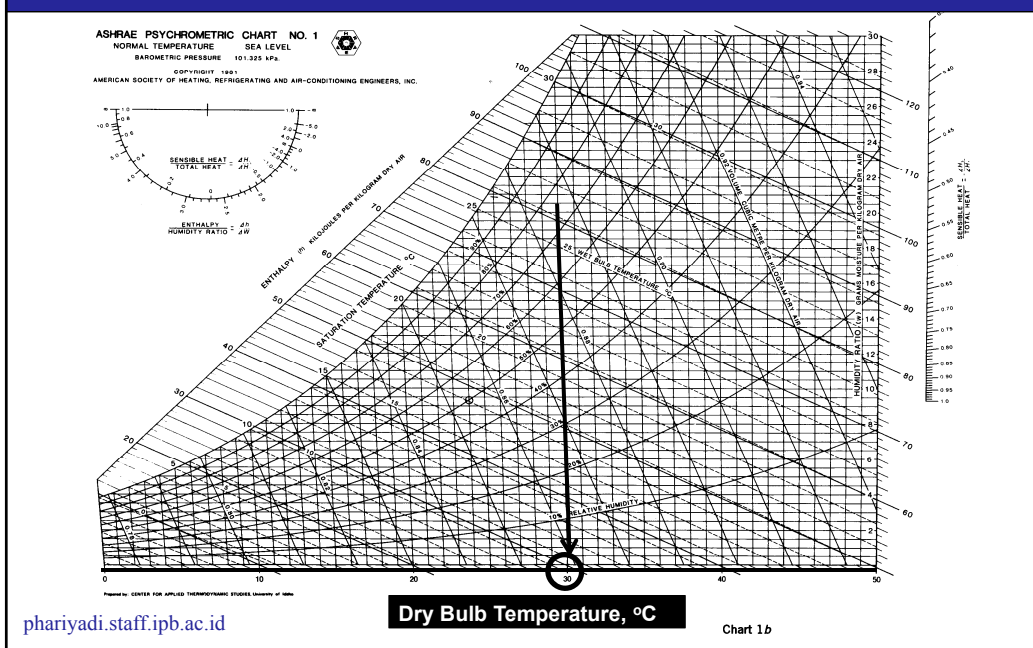
Note:

Each gas behaves as if the other was not present

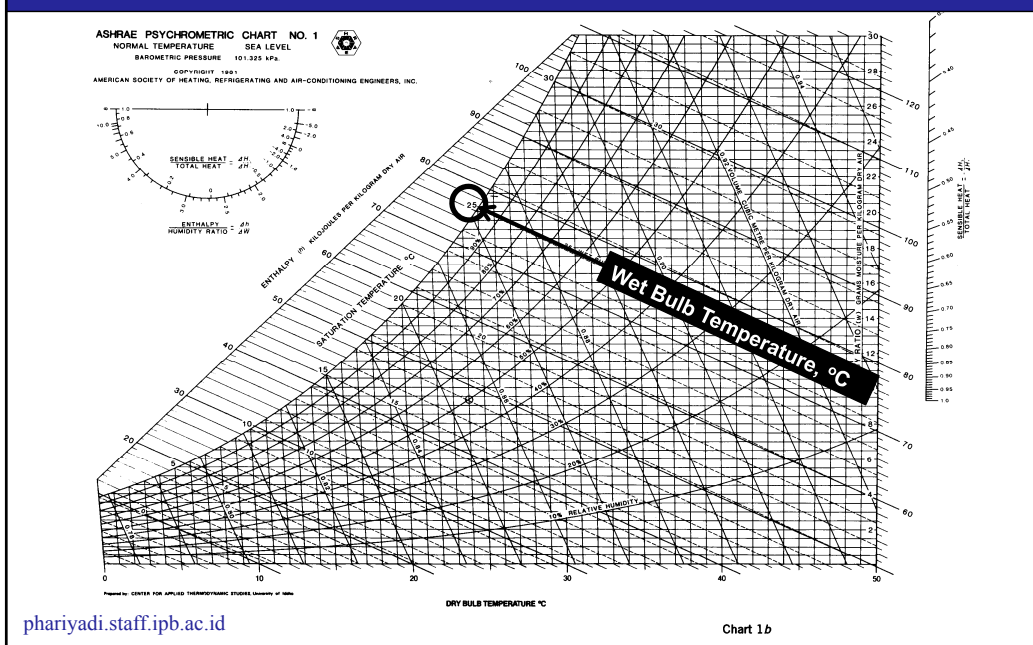
Applying perfect gas relations results in errors less than 0.7%

phariyadi.staff.ipb.ac.id

# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab

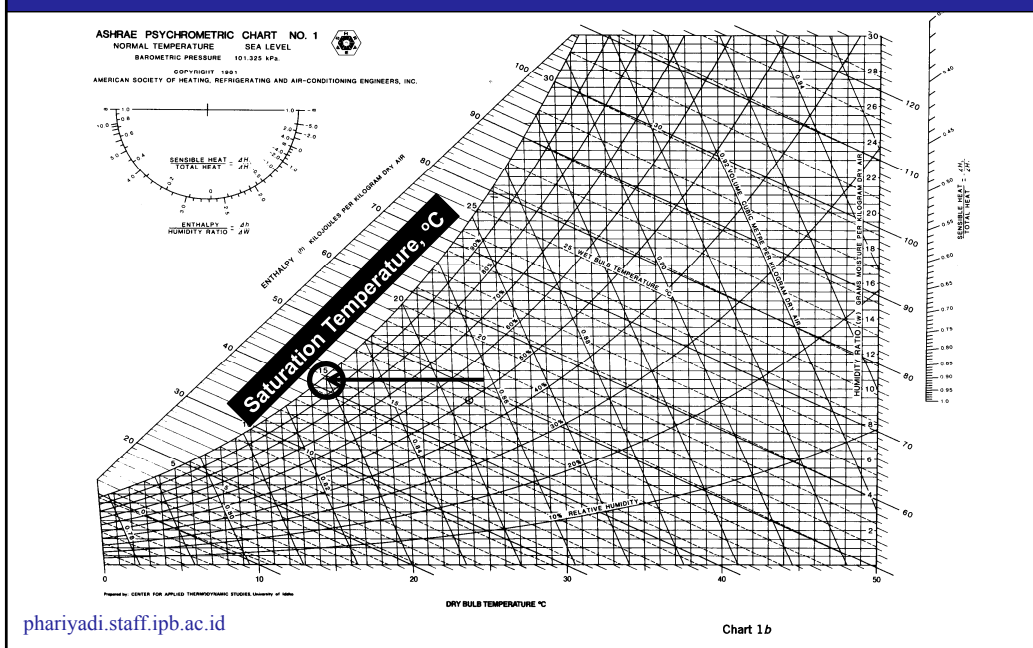


# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab

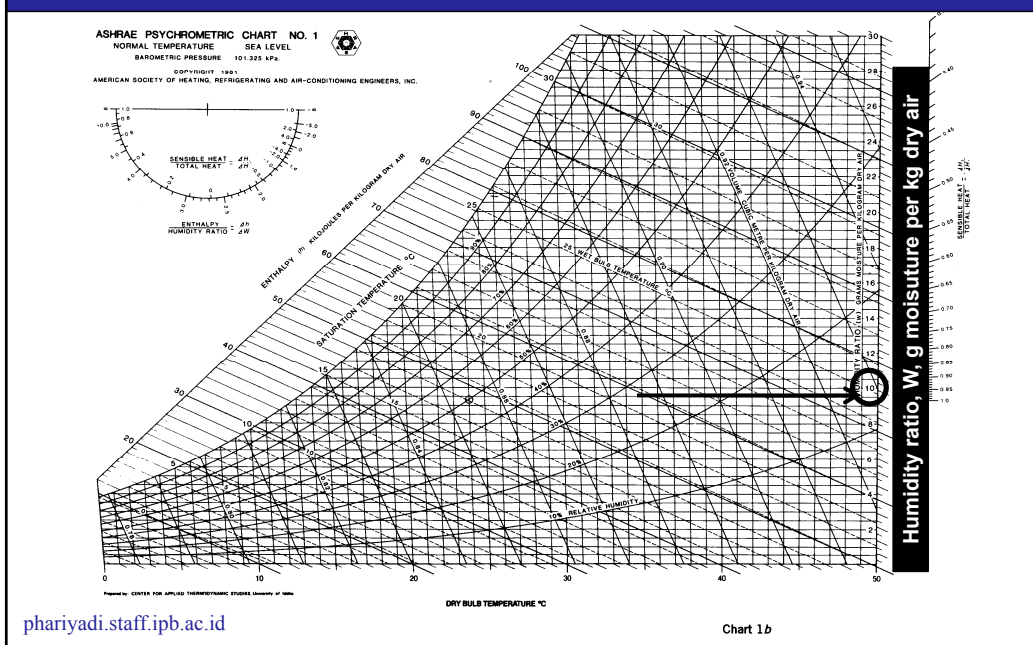




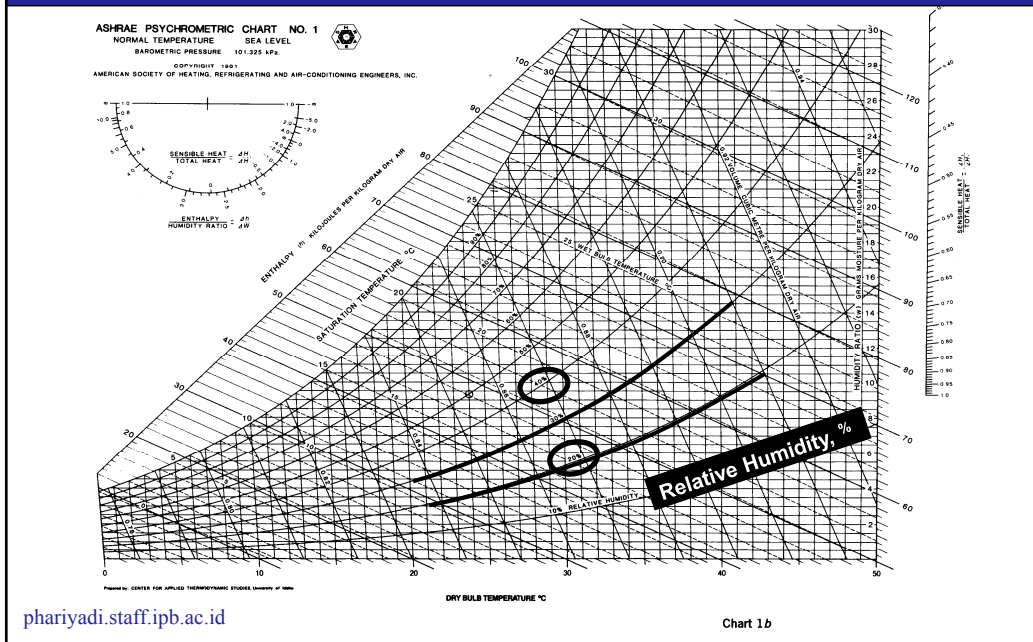
# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab



# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab

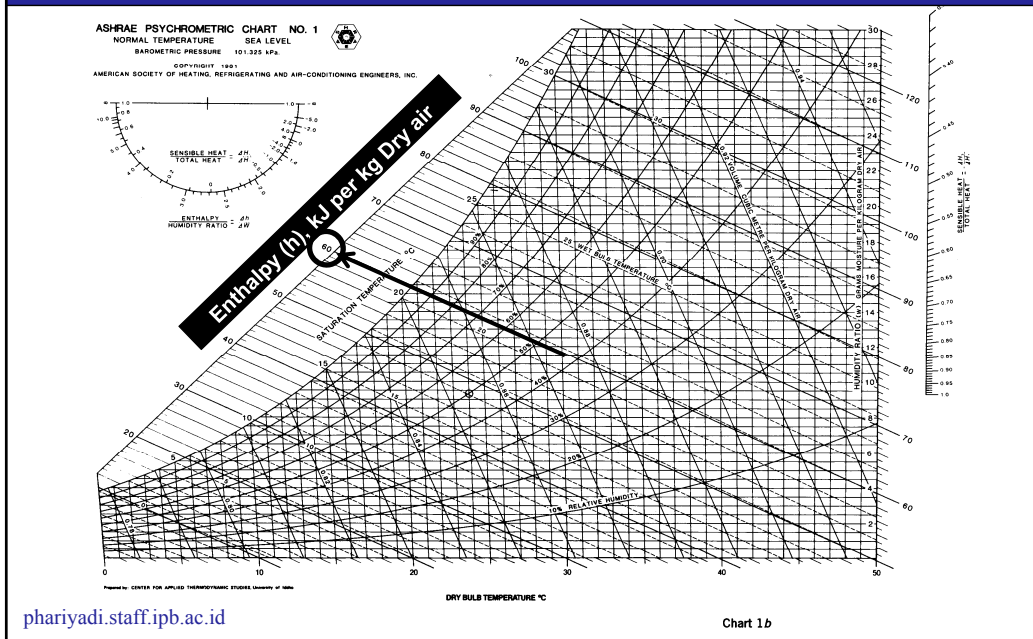


# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab



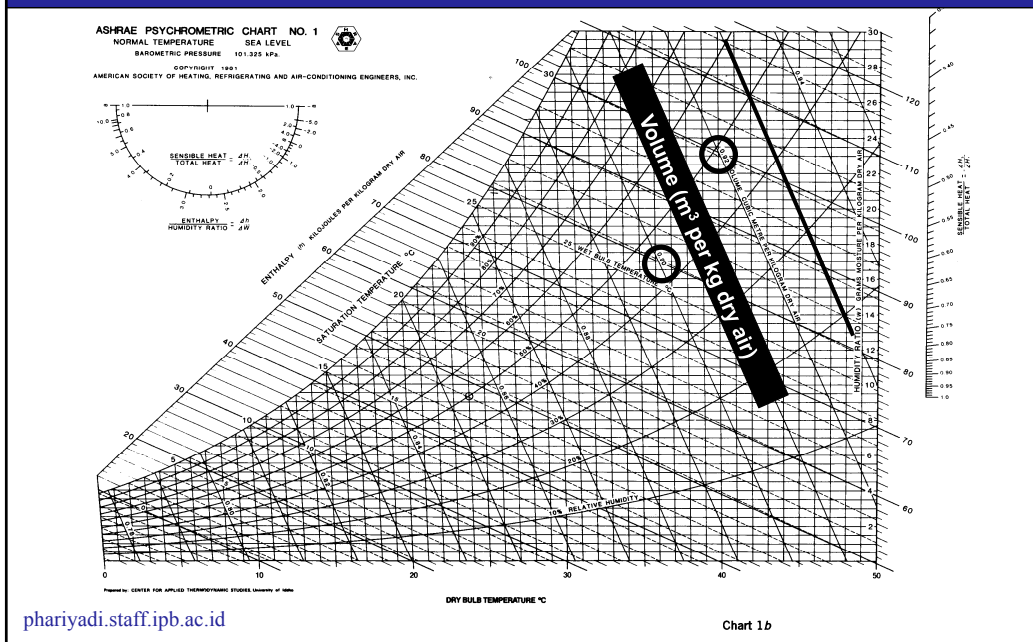
phariyadi.staff.ipb.ac.id

# PSYCHROMETRICS CHARTS: Sifat-sifat Udara Lembab



phariyadi.staff.ipb.ac.id

## PSYCHROMETRICS **CHARTS**: Sifat-sifat Udara Lembab



## MORE ....on “DRYING”

Check this out:

<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/drying.htm>

phariyadi.staff.ipb.ac.id