BAB 9

SUHU DAN PEMUAIAN

A. Suhu sebagai Tingkat Panas

Suhu merupakan sesuatu untuk menyatakan derajat panas dinginnya suatu benda. Suhu rendah berarti dingin atau sejuk. Suhu tinggi berati panas.
Untuk mengetahui panas dan dinginnya suatu benda dapat menggunakan perasaan tangan kita dan dapat pula dengan menggunakan alat ukurnya yaitu temometer.
Mengukur panas dan dingin suatu benda dengan tangan dan perasaan tidak dapat mengukur suhu secara tepat. Sedangkan dengan menggunakan thermometer, pengukuran akan lebih tepat berapa suhu suatu benda.
Thermometer sebagai alat ukur suhu, diisi oleh suatu zat. Zat yang mengisi thermometer diantaranya:

a. Raksa, adapun keunggulan raksa sebagai pengisi thermometer, diantaranya:
   1) Cepat menerima panas
   2) Dapat mengukur suhu rendah -39^{0}C dan mendidih pada suhu 357^{0}C.
   3) Mudah dilihat, karena mengkilat
   4) Tidak membasahi dinding kaca thermometer
   5) Pemuaiannya teratur
b. Alcohol, memiliki keunggulan untuk mengukur suhu yang sangat dingin (suhu rendah), karena alcohol membeku pada suhu yang rendah sekali

Satuan suhu dalam SI dan MKS adalah Kelvin. Ada 4 macamtermometer menurut skalanya, yaitu:

a. Thermometer celcius
b. Thermometer reamur
c. Thermometer fahrenheit
d. Thermometer kelvin

Titik tetap bawah thermometer adalah titik derajat suhu yang terendah pada suatu thermometer. Titik tetap atas thermometer adalah titik derajat suhu yang tertinggi pada suatu thermometer.

Cara menetapkan titik tetap bawah dan titik tetap atas thermometer:

a. Titik tetap bawah (0^{0}C) diambil dari suhu es yang sedang mencair pada tekanan 1 atm.
b. Titik tetap atas (100^{0}C) diambil dari suhu air yang sedang mendidih pada tekanan 1 atm.

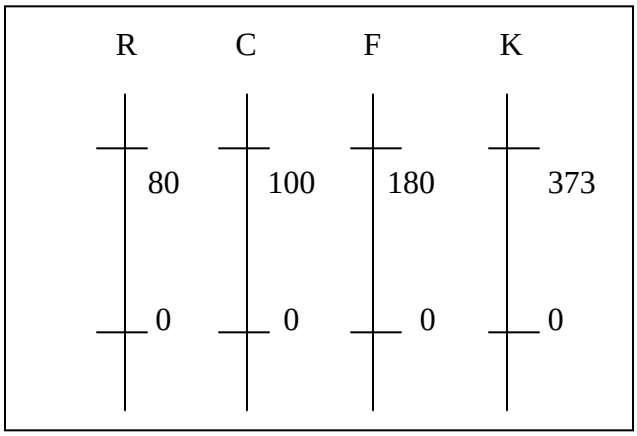
c. Antara titik bawah dan titik atas dibagi menjadi seratus bagian, tiap bagiannya disebutnya satu derajat.

Perhatikan pembagian derajat suhu dari ke-4 macam skala thermometer:

Jadi perbandingan Skala Reamur, Celcius, dan Fahrenheit, yaitu:

R : C : F(+32) = 80 : 100 : 180 (+32)

= 4 : 5 : 9(+32)



Rumus skala pada thermometer:

a. Mencari R dari C : R $= \frac{4}{5} \times C$

b. Mencari R dari F : R $= (F - 32) \times \frac{4}{9}$

c. Mancari F dari R : F $= (R \times \frac{9}{4}) + 32$

d. Mencari F dari C : F $= (C \times \frac{9}{5}) + 32$

e. Mencari C dari R : C $= \frac{5}{4} \times R$

f. Mencari C dari F : C $= (F - 32) \times \frac{5}{9}$

g. Mencari C dari K : C $= K - 273$

h. Mencari K dari C : K $= 273 + C$

Contoh soal:

1. $20^0C = \ldots^0R = \ldots^0F = \ldots K$

   Jawab:

   $R = C \times \frac{4}{5}$
   $= 20 \times \frac{4}{5}$
   $= 16^0R$

   $F = (C \times \frac{9}{5}) + 32$
   $= (20 \times \frac{9}{5}) + 32$
   $= 36 + 32$
   $= 68^0F$

   $K = 273 + C$
   $= 273 + 20$
   $= 293\ K$

2. 104^0F= ….^0C = …..^0R = …..K

   Jawab:

   $C = (F - 32) \times \frac{5}{9}$ $\quad$ $R = (F - 32) \times \frac{4}{9}$ $\quad$ $K = 273 + C$

   $= (104 - 32) \times \frac{5}{9}$ $\quad$ $= (104 - 32) \times \frac{4}{9}$ $\quad$ $= 273 + 40$

   $= 72 \times \frac{5}{9}$ $\quad$ $= 72 \times \frac{4}{9}$ $\quad$ $= 313$ K

   $= 40^0C$ $\quad$ $= 32^0R$

B. Pemuaian

Zat padat bila dipanaskan akan bertambah panjang, peristiwa itu disebut pemuaian. Maka zat padat bila dipanaskan akan memuai. Pemuaian barbagai jenis zat padat tidak sama. Alat untuk mengetahui pemuaian zat padat disebut musschenbroek.

Angka yang menunjukkan pertambahan panjang 1 meter zat padat bila suhunya naik 1^0C disebut koefisien muai panjang. Berikut ini contoh angka atau koefisien muai panjang:

a. Alumunium = 0,0000026 = 26×10^{-6}
   Artinya bila alumunium yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,0000026 m
b. Perunggu = 0,0000019 = 19×10^{-6}
   Artinya bila perunggu yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,0000019 m
c. Tembaga = 0,0000017 = $1,7 \times 10^{-5}$
   Artinya bila tembaga yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,0000017 m
d. Besi = 0,0000012 = $1,2 \times 10^{-5}$
   Artinya bila besi yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,0000012 m
e. Baja = 0,0000011 = $1,1 \times 10^{-6}$
   Artinya bila baja yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,0000011 m
f. Kaca = 0,000009 = 9×10^{-6}
   Artinya bila kaca yang panjangnya 1 m suhunya naik 1^0C akan bertambah panjang 0,000009 m

Rumus perpanjangan atau pemuaian pada zat padat:

a. Rumus pertambahann panjang (ΔL):

   $\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$

   Diamana : ΔL = pertambahan panjang
   α = koefisien muai panjang
   L = panjang asalnya atau awal
   Δt = perubahan atau selisih suhu

Contoh soal:

Besi yang panjangnya 2 m dipanaskan dari 0^0 menjadi 20^0C, berapakah pertambahan panjang besi (jika koefien muai panjang besi 1,2 x$10^{-5/o}$C?

Jawabannya:

α = 1,2 x$10^{-5/o}$C

L = 2 m

Δt = 20^0C - 0^0C = 20^0C

ΔL = α . L . Δt

= 1,2 x$10^{-5/o}$C . 2 m . 20^0C

= 4,8 x10^{-4}m

b. Rumus panjang setelah dipanaskan:

Lt = L + (L x α x Δt)

Dimana: Lt = panjang setelah dipanaskan

L = panjang awal

α = koefisien muai panjang

Δt = selisih suhu

Contoh soal:

Panjang besi pada suhu 1^0C yaitu 50 m, apabila koefisien muai panjang bes 1,2 x$10^{-5/o}$C, hitunglah panjang besi yang dipanaskan sampai 251^0C!

Jawabannya: L = 50 m

α = 1,2 x$10^{-5/o}$C

Δt = 251^0C - 1^0C = 250^0C

Maka: Lt = L + (L x α x Δt)

= 50 m + (50 m x 1,2 x$10^{-5/o}$C x 250^0C)

= 50 m + 0,15 m

= 50,15 m

Pemuaian volume

a. Pemuaian volume disebut juga pemuaian ruang
b. Koefisien muai ruang (γ = gamma) yaitu pertambahan volume atau ruang setiap suhunya dinaikkan 10C yang besarnya 3x muai panjang (α). $\gamma = 3\alpha$

Rumus: Vt = γ . V . Δt

Vt = V + (V x 3α x Δt)

Contoh soal:

1. Sebuah tabung memiliki volume 10 m^3 pada suhu 10^0C, tabung itu dipanaskan sampai 110^0C, dan koefisien muai panjangnya 1,7 x $10^{-5}/^0$C. berapakah volume tabung itu setelah dipanaskan?

   Jawabannya:

$V = 10\ m^3$
$\alpha = 1{,}7 \times 10^{-5}/^0C$
$\Delta t = 110^0C - 10^0C = 100^0C$
Maka: $Vt = V + (V \times 3\alpha \times \Delta t)$
$= 10\ m^3 + (10\ m^3 \times 3(1{,}7 \times 10^{-5}/^0C) \times 100^0C)$
$= (10\ m^3 + 0{,}051)\ m^3$
$= 10{,}051\ m^3$

2. Tembaga yang memiliki koefisien muai ruang $0{,}000051/^0C$ dipanaskan dari suhu 25^0C menjadi 75^0C dengan volume awalnya $2\ m^3$, tentukan volume tembaga itu!
   Jawabannya:
   $V = 2\ m^3$
   $\gamma = 0{,}000051/^0C$
   $\Delta t = 75^0C - 25^0C = 50^0C$
   Maka, $Vt = V + (V \times \gamma \times \Delta t)$
   $= 2\ m^3 + (2\ m^3 \times 0{,}000051/^0C \times 50^0C)$
   $= (2\ m^3 + 0{,}0051)\ m^3$
   $= 2{,}0051\ m^3$

Air bila dipanaskan akan memuai. Pemuaian pada zat cairberlaku:

a. Pemuaian berbagai zat cair berbeda – beda, misalnya minyak kelapa lebih beasr dari pada air. Bila minyak kelapa dan air berada dalam wadah dengan suhu dan volume yang sama, maka yang pemuaiannya besar adalah minyak kelapa dari pada air.
b. Angka pemuaian zat caor diantaranya:
   1) Alcohol = 0.0012
   2) Minyak paraffin = 0,0009
   3) Gliserin = 0,0005
   4) Raksa = 0,0002
c. Pemuaian zat cair lebih besar dari pada zat padat. Hal dapat dibuktikan dengan adanya air yang tumpah saat mendidih.

Anomaly air

a. Anomaly merupakan keanehan iar pada suhu 4^0C yang mengalami volumenya mengecil sedangkan massa jenisnya besar.

   Rumus pemuaian gas:

   Apabila gas di dalam ruang tertutup dipanaskan akan mengalami:

a. Perubahan volume pada tekanan tetap, rumusnya $Vt = V + (V \times \gamma p \times \Delta t)$
b. Perubahan tekanan pada volume tetap, rumusnya $pt = p + (p \times \gamma v \times \Delta t)$

Di mana: V = volume awal

Vt =volume pada suhu tertentu

γp = angka muai gas pada tekanan tetap = $\frac{1}{273}$

Δt = perubahan suhu

γv = angka muai gas pada volume tetap = $\frac{1}{273}$

pt = tekanan pada suhu tertentu

contoh soal:

1. Sebuah ruangan yang volumenya $2m^3$ berisi suatu gas yang bersuhu 32^0C. apabila gas itu di[anaskan menjadi 42^0C paad tekanan tetap, tentukan volume gas itu?

Jawabannya: $V = 2m^3$

$\gamma p = \frac{1}{273} /^0C$

$\Delta t = 42^0C - 32^0C = 10^0C$

Maka, $Vt = V + (V \times \gamma p \times \Delta t)$

$= 2m^3 + (2m^3 \times \frac{1}{273} /^0C \times 10^0C)$

$= 2m^3 + 0{,}073m^3$

$= 2{,}073m^3$

2. Suatu gas dalam ruang tertutup bersuhu 20^0C dipanaskan menjadi 131^0C pada volume tetap, dan apabila tekanan asalnya 3 atm, maka berapakah tekanan gas itu?

Jawabannya: p = 3 atm

$\gamma v = \frac{1}{273} /^0C$

$\Delta t = 131^0C - 20^0C = 91^0C$

Maka, $pt = p + (p \times \gamma v \times \Delta t)$

$= 3 \text{ atm} + (3 \text{ atm} \times \frac{1}{273} /^0C \times 91^0C)$

= 3 atm + 1 atm

= 4 atm

C. Penerapan Pemuaian

Bimetal

a. Bimetal adalah dua keeping logam yang berbeda jenisnya digabungkan menjadi satu.
b. Arah melengkung pada bimetal yaitu mengikuti dari logam yang koefisiennya lebih kecil dari logam yan satunya bila dipanaskan, sebaliknya melengkung kea rah logam yang koefisiennya besar bila didinginkan.

Contohnya:

1) Bimetal besi dan tembaga jika dipanaskan akan melengkung ke besi karena koefisien besi yan terkecil, sebaliknya jika didinginkan akan melengkung ke tembaga karena koefisien tembaga terbesar pada bimetal itu.
2) Bimetal yang terbuat dari tembaga dan kuningan, jika dipanaskan akan melengkung kea rah tembaga, karena koefisien tembaga kecil, sebaliknya jika didinginkan akan melengkung kea rah kuningan, karena koefisien kuningan besar.

c. Pemanfaatan bimetal: alarm kebakaran, thermostat yaitu pengatur suhu pada setrika, dan thermometer,

Penerapan pemuaian dalam kehidupan sehari – hari:

a. Bimetal (perhatikan dan baca uraian di atas)
b. Pemasangan rel kereta api

   Pada pemasangan rel keeta api, sambungan antara bata rel yang satu dengan yang lainnya harus ada celah, karena pada saat panas batang rel itu akan memanjang, akibatnya batang rel memanjang dan akan menyatu dengan batang rel yang lainnya, maka bila tidak ada celah batang rel akan melengkung dan rusak.
c. Pengelingan plat logam, yaitu menyambung dua plat logam dengan menggunakan paku keeling.
d. Pemasangan kawat PLN dan telepon harus kendur, karena bila pada saat dingin akan menyusut.
e. Dengan sifat pemuaian zat cair, raksa da alcohol dapat dijadikan zat pengisi thermometer. Pada saat dikenai panas raksa dan alcohol memuai (naik) dan pada saat menerima dingin raksa dan alcohol menyusut (turun).