

KALOR

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Jika suatu benda menerima / melepaskan kalor maka suhu benda itu akan naik/turun atau wujud benda berubah.

Beberapa pengertian Kalor

1 kalori adalah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C.

1 kalori = 4.18 joule

1 joule = 0.24 kalori

Kapasitas kalor (H)

adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh zat untuk menaikkan suhunya 1°C (satuan kalori/°C).

Kalor jenis (c) adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan 1 gram atau 1 kg zat sebesar 1°C (satuan kalori/gram.°C atau kkal/kg °C).

Kalor yang digunakan untuk menaikkan/menurunkan suhu tanpa mengubah wujud zat:

$$Q = H \cdot Dt$$

$$Q = m \cdot c \cdot Dt$$

$$H = m \cdot c$$

Q = kalor yang di lepas/diterima

H = kapasitas kalor

Dt = kenaikan/penurunan suhu

m = massa benda

c = kalor jenis

Kalor yang diserap/dilepaskan (Q) dalam proses perubahan wujud benda:

$$Q = m \cdot L$$

m = massa benda kg

L = kalor laten (kalor lebur, kalor beku, kalor uap, kalor embun, kalor sublim, kalor lenyap) ® t/kg

Jadi kalor yang diserap (\hat{a}) atau yang dilepas (\acute{a}) pada saat terjadi perubahan wujud benda tidak menyebabkan perubahan suhu benda (suhu benda konstan). Jika dua buah zat atau lebih dicampur menjadi satu maka zat yang suhunya tinggi akan melepaskan kalor sedangkan zat yang suhunya rendah akan menerima kalor, sampai tercapai kesetimbangan termal.

Menurut asas Black

Kalor yang dilepas = kalor yang diterima

Catatan:

- 1. Kalor jenis suatu benda tidak tergantung dari massa benda, tetapi tergantung pada sifat dan jenis benda tersebut. Jika kalor jenis suatu benda adalah kecil maka kenaikan suhu benda tersebut akan cepat bila dipanaskan.*
- 2. Pada setiap penyelesaian persoalan kalor (asas Black) lebih mudah jika dibuat diagram alirnya.*

Contoh:

Es (kalor jenis 0,5 kalori/gram°C) sebanyak 10 gram pada suhu 0°C diberi kalor sebanyak 1000 kalori. Bila kalor lebur es sama dengan 80 kalori/gram, hitunglah temperatur akhir air !

Jawab:

Misalkan temperatur akhir setelah diberi kalor ialah t_a °C. maka berdasarkan asas Black:

$$Q = mL + mcDt$$

$$1000 = 10 \cdot 80 + 10 \cdot 1 (t_a - 0)$$

$$1000 = 800 + 10 t_a$$

$$t_a = 20 \text{ C}$$

Kalor dapat merambat melalui tiga macam cara yaitu:

1. Konduksi

Perambatan kalor tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat

perantaranya, biasanya terjadi pada benda padat.

$$H = K \cdot A \cdot (DT/L)$$

H = jumlah kalor yang merambat per satuan waktu

DT/L = gradien temperatur ($^{\circ}\text{K}/\text{m}$)

K = koefisien konduksi

A = luas penampang (m^2)

L = panjang benda (m)

2. Konveksi

Perambatan kalor yang disertai perpindahan bagian-bagian zat, karena perbedaan massa jenis.

$$H = K \cdot A \cdot DT$$

H = jumlah kalor yang merambat per satuan waktu

K = koefisien konveksi

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

3. Radiasi

Perambatan kalor dengan pancaran berupa gelombang-gelombang elektromagnetik.

Pancaran kalor secara radiasi mengikuti **Hukum Stefan Boltzmann:**

$$W = e \cdot s \cdot T^4$$

W = intensitas/energi radiasi yang dipancarkan per satuan luas per satuan waktu

s = konstanta Boltzman = $5,672 \times 10^{-8} \text{ watt}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}^4$

e = emisivitas ($0 \leq e \leq 1$) T = suhu mutlak ($^{\circ}\text{K}$)

Benda yang dipanaskan sampai pijar, selain memancarkan radiasi kalor juga memancarkan energi radiasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 10^{-6} s/d 10^{-5} m. Untuk benda ini berlaku hukum

PERGESERAN WIEN, yaitu:

$$I_{\text{max}} \cdot T = C$$

Keterangan:

C = konstanta Wien = $2.9 \times 10^{-3} \text{ m } ^{\circ}\text{K}$

Kesimpulan:

1. Semua benda (panas/dingin) memancarkan energi radiasi/kalor
2. Semakin tinggi suhu benda, semakin besar radiasinya dan semakin pendek panjang gelombangnya.
3. Koefisien emisivitas benda tergantung pada sifat permukaannya. Benda hitam sempurna mempunyai nilai $e = 1$ merupakan pemancar dan penyerap kalor yang paling baik.

Contoh:

1. Air mengalir dengan laju alir 3 liter/menit. Jika suhu awal air 20°C dan seluruh kalor diberikan pada air, hitunglah suhu air panas!

Jawab:

misalkan suhu air panas t_a

$$Q = 3 \text{ liter/menit} = 3 \text{ dm}^3/60 \text{ detik} = 50 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

$$\text{berarti } V = 50 \text{ cm}^3 \text{ @ } m = r \cdot V = 1 \cdot 50 = 50 \text{ gram}$$

$$t = 1 \text{ detik } 1 \text{ joule} = 0.24 \text{ kal}$$

$$E = Q \text{ @ } 0,24 \text{ P.t} = m \cdot c \cdot t$$

$$0.24 \cdot 3500 \cdot 1 = 50 \cdot 1 \cdot (t_a - 20) \text{ @ } t_a = 36.8^\circ\text{C}$$

2. Benda hitam sempurna luas permukaannya 0,5 m² dan suhunya 27°C. Jika suhu sekelilingnya 77°C, hitunglah:

- a. kalor yang diserap persatuan waktu persatuan luas
- b. energi total yang dipancarkan selama 1 jam.

Jawab:

$$\text{Benda hitam: } e = 1 ; s = 5,672 \cdot 10^{-8} \text{ watt/m}^2\text{K}^4$$

$$\text{a. } W = e s (T_2^4 - T_1^4) \text{ @ } T_1 = 300^\circ\text{K} ; T_2 = 350^\circ\text{K}$$

$$= 1 \cdot 5,672 \cdot 10^{-8} (350^4 - 300^4)$$

$$= 391,72 \text{ watt/m}^2$$

$$\text{b. } W = E/A \cdot T \text{ @ } E = W \cdot A \cdot t$$

$$E = 391,72 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 705060 \text{ Joule}$$

3. Besi panjangnya 2 meter disambung dengan kuningan yang panjangnya 1 meter, keduanya mempunyai luas penampang yang sama. Apabila suhu pada

ujung besi adalah 500°C dan suhu pada ujung kuningan 350°C. Bila koefisien konduksi termal kuningan tiga kali koefisien termal besi, hitunglah suhu pada titik sambungan antara besi dan kuningan!

Jawab:

Misalkan suhu pada titik sambungan = T. maka

$[K \cdot A \cdot (DT/L)] \text{ besi} = [K \cdot A \cdot (DT/L)] \text{ kuningan}$

$K \cdot A (500 - T)/2 = 3 KA (T - 350)/1$

$T = 2600/7 = 371,4^\circ\text{C}$