

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016

MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN

FISIKA

BAB V

PERPINDAHAN KALOR



Prof. Dr. Susilo, M.S

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN DIREKTORAT

JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2016

BAB V

PERPINDAHAN KALOR

1.5 Materi Pokok: Perpindahan Kalor

a. Kompetensi Inti.

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

b. Kompetensi Dasar (KD)/Kelompok Kompetensi Dasar (KKD).

Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.

c. **Uraian Materi Pembelajaran** (dilengkapi dengan contoh *problem solving*).

Memberikan contoh peristiwa perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari

Perpindahan Kalor: Konduksi, Konveksi dan Radiasi

Masih ingatkah kamu, Kalor merupakan energi yang berpindah dari suatu zat yang bersuhu tinggi ke suatu zat yang suhunya lebih rendah. Nah, proses perpindahan kalor tersebut dibagi menjadi 3 jenis diantaranya sebagai berikut:

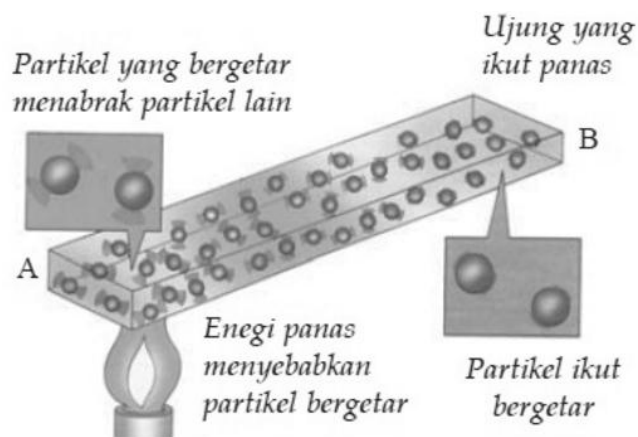
Konduksi

Konduksi merupakan proses perpindahan kalor tanpa disertai dengan perpindahan partikelnya. Proses konduksi ini secara umum terjadi pada logam atau yang bersifat konduktor (menghantarkan panas). Sepertitampak pada gambar di bawah ini.

Bagaimanakah proses perpindahan kalor secara konduksi?

Dalam konduksi yang berpindah hanyalah energi saja yaitu berupa panas. Saat kita mengaduk teh panas dengan sendok, maka lama kelamaan tangan kita terasa panas dari ujung sendok yang kita pegang. Atau saat kita membuat kue menggunakan wadah berupa aluminium yang disimpan di oven jua termasuk proses konduksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Lebih jelasnya, sebuah benda terdiri dari partikel-partikel pembentuk benda tersebut. Sebut saja sendok yang terbuat dari logam aluminium terdiri dari partikel-partikel logam yang sangat berdekatan letaknya. Sehingga saat ujung sendok dikenai panas maka partikel diujung tersebut memperoleh energi panas yang membuatnya bergetar dan bertumbukan dengan partikel disebelahnya tanpa ikut berpindah. Akibatnya partikel partikel terus bergetar dan membuat partikel lainnya ikut bergetar dan memperoleh energi berupa panas hingga ujung sendok satunya lagi.



Gambar 1. Perpindahan panas secara konduksi

Besarnya energi konduksi disebut juga laju konduksi ditentukan oleh persamaan berikut:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{l}$$

Keterangan:

Q = kalor (joule)

k = koefisien konduksi (konduktivitas termal)

t = waktu (s)

A = luas penampang (m persegi)

L = panjang logam (m)

T = Suhu (kelvin)

Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan kalor dengan disertainya perpindahan partikel. Konveksi ini terjadi umumnya pada zat fluid (zat yang mengalir) seperti air dan udara. Konveksi dapat terjadi secara alami ataupun dipaksa.

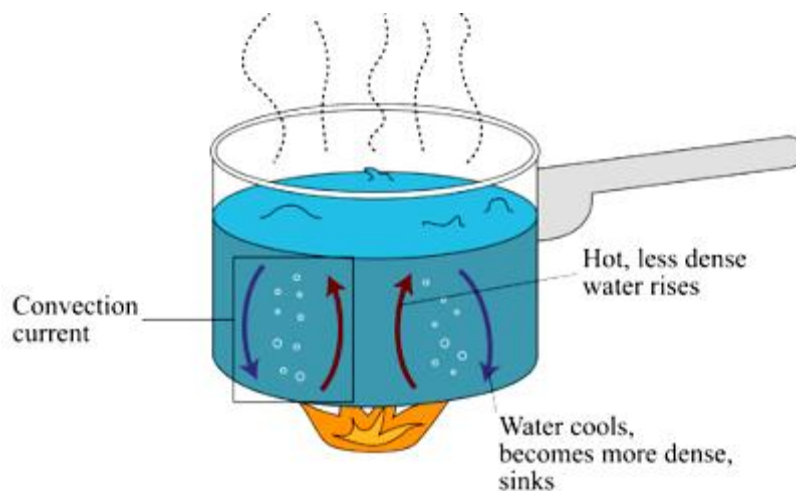
Konveksi alamiah misalnya saat memasak air terjadi gelembung udara hingga mendidih dan menguap. Sedangkan konveksi terpaksa contohnya *hair dryer* yang memaksa udara panas keluar yang diproses melalui alat tersebut.

Bagaimanakah proses terjadinya konveksi saat memasak air?

Air merupakan zat cair yang terdiri dari partikel-partikel penyusun air. Saat memasak air dalam panci, api memberikan energi kepada panci dalam hal ini termasuk proses konduksi.

Kemudian panas yang diperoleh panci kemudian dialirkan pada air. Partikel air paling bawah yang pertama kali terkena panas kemudian lama kelamaan akan memiliki massa jenis yang lebih kecil karena sebagian berubah menjadi uap air.

Sehingga saat massa jenisnya lebih kecil partikel tersebut akan berpindah posisi naik ke permukaan. Air yang masih diatas permukaan kemudian turun ke bawah menggantikan posisi partikel yang tadi. Begitulah seterusnya hingga mendidih dan menguap seperti tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Proses konveksi pada pemanasan air

Proses Konveksi

Besarnya energi konveksi atau bisa disebut laju konveksi ditentukan oleh persamaan berikut:

$$\frac{Q}{t} = hA\Delta T$$

Keterangan:

Q = kalor (joule)

h = koefisien konveksi

t = waktu (s)

A = luas penampang (m persegi)

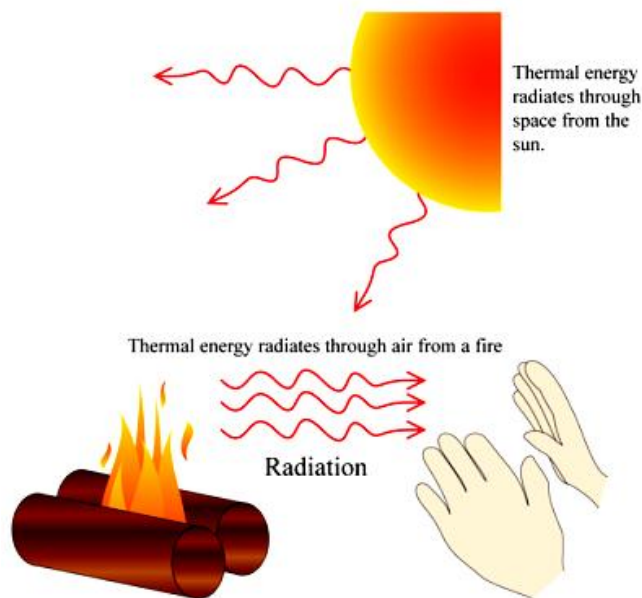
T = Suhu (kelvin)

Radiasi

Radiasi merupakan proses peripandahan kalor yang tidak memerlukan medium (perantara). Radiasi ini biasanya dalam bentuk Gelombang Elektromagnetik (GEM) yang berasal dari matahari. Namun demikian dalam kehidupan sehari-hari proses radiasi juga berlaku saat kita berada didekat api unggun, seperti gambar di bawah.

Bagaimanakah proses radiasinya? Matahari adalah sumber cahaya di bumi, sinarnya masuk ke bumi melewati filter yang disebut atmosfer, sehingga cahaya yang masuk ke bumi adalah cahaya yang tidak berbahaya. Cahaya yang masuk ke bumi melalui lapisan atmosfer itu dikenal dengan gelombang elektromagnetik yang terbagi ke dalam gelombang pendek dan gelombang panjang. Seperti Radio, TV, Radar, Inframerah, Cahaya Tampak, Ultraviolet, Sinar X dan Sinar Gamma.





Gambar 3. Gambaran radiasi

Sinar Gelombang Elektromagnetik tersebut dibedakan berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya. Semakin besar panjang gelombang semakin kecil frekuensinya. Energi radiasinya tergantung dari besarnya frekuensi dalam arti semakin besar frekuensi semakin besar energi radiasinya. Sinar Gamma adalah gelombang elektromagnetik dan sinar radioaktif dengan energi radiasi terbesar.

Dalam kasus ini, terdapat hal yang disebut radiasi benda hitam, yang memaparkan bahwa semakin hitam benda tersebut maka energi radiasi yang dikenainya juga makin besar. Hal ini adalah fakta sehari-hari. Saat kita menjemur pakaian hitam dan putih dibawah sinar matahari berwarna dengan jenis dan tebal yang sama, maka pakaian warna hitam akan lebih cepat kering dibandingkan dengan pakaian berwarna putih.

Oleh karena itu, warna hitam dikatakan sempurna menyerap panas, sedangkan warna putih mampu memantulkan panas atau cahaya dengan sempurna. Sehingga emisivitas bahan (kemampuan menyerap panas) untuk warna hitam $e = 1$ sedangkan warna putih $e = 0$. Untuk warna lainnya berkisar antara 0 dan 1.

Besarnya energi radiasi benda hitam tergantung pula pada tingkat derajat suhunya.

Seperti yang terlihat dari rumus energi radiasi berikut:

$$P = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4$$

Keterangan:

P = Daya Radiasi/Energi Radiasi setiap Waktu (watt)

Q = Kalor (joule)

t = waktu (s)

e = emisivitas bahan

A = luas penampang (m persegi)

T = suhu (kelvin)

o = konstanta stefan boltzmann ($5,67 \times 10^{-8}$)

Contoh soal:

1. Batang baja dan batang kuningan luas penampang dan panjangnya sama. Salah satu ujung masing-masing batang dilekatkan. Suhu ujung batang baja yang bebas 250°C , sedangkan suhu ujung batang kuningan yang bebas 100°C . Jika koefisien konduksi termal baja dan kuningan masing-masing $0,12 \text{ kal/s cm}^{\circ}\text{C}$ dan $0,24 \text{ kal/s cm}^{\circ}\text{C}$, berapakah suhu pada persambungan kedua batang tersebut?

Penyelesaian:

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t}$$

$$\frac{k_1 A \Delta T_1}{L_1} = \frac{k_2 A \Delta T_2}{L_2}$$

$$0,12(250 - T) = 0,24(T - 100)$$

$$T = 150^{\circ}\text{C}$$

2. Sebuah plat baja dengan panjang 2 m dan lebar 0,5 m suhunya 227°C . Bila tetapan Boltzman = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ dan plat baja hitam sempurna, maka energi total yang dipancarkan setiap detik adalah...

- A. 3345,57 Joule
- B. 3345,75 Joule
- C. 3543,75 Joule
- D. 4533,75 Joule

Pembahasan:

Diketahui:

$$P = 2 \text{ m}$$

$$L = 0,5 \text{ m}$$

$$T = 227 \text{ }^{\circ}\text{C} = (227 + 273)\text{K} = 500 \text{ K} = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$e = 1 \text{ (benda hitam } e = 1)$$

Ditanya: $W = \dots$

Jawab:

Terlebih dahulu hitung luas permukaan A.

$$A = P \cdot L = 2 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

Menghitung W.

$$W = e \cdot A \cdot T^4 = 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot (500 \text{ K})^4$$

$$W = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/K}^4 (625 \cdot 10^8 \text{ K}^4) = 3543,75 \text{ Joule}$$

Jawaban: C

d. Referensi (penulisan mengacu APA).