

MATERI PELAJARAN FISIKA SMA

PERPINDAHAN KALOR

KONDUKSI KONVEKSI & RADIASI
TAHUN PEMBELAJARAN 2025/2026



KELAS
XI



UNS
UNIVERSITAS
SEBELAS MARET

A

KONDUKSI

Pada saat kita membuat secangkir kopi lalu kemudian mengaduknya dengan menggunakan sendok dan setelahnya meletakkan sendok tersebut di dalam gelas tersebut, beberapa saat kemudian kita akan merasakan bahwa ujung lain sendok menjadi panas meskipun tidak bersinggungan langsung dengan kopi. Hal tersebut menunjukkan adanya perpindahan kalor dari ujung sendok yang bersinggungan langsung dengan kopi ke ujung lain sendok yang tidak bersinggungan dengan kopi.



Gambar 5.1 Sendok yang diletakkan di dalam secangkir kopi, lama-kelamaan ujung yang lain akan terasa panas juga.

Perpindahan kalor secara Konduksi adalah perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai perpindahan partikel secara keseluruhan. Secara mikroskopis, proses ini terjadi karena tumbukan antarpartikel, di mana partikel berenergi kinetik lebih tinggi mentransfer energinya kepada partikel yang energinya lebih rendah. Pada simulasi, kalor tampak mengalir dari ujung benda bersuhu tinggi ke ujung benda bersuhu rendah sehingga suhu menjadi lebih merata.

Secara matematis, laju perpindahan kalor secara konduksi dapat dinyatakan dengan rumus:

$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{(T_2 - T_1)}{L}$$

Dimana :

H = perpindahan kalor pada batang per satuan waktu (J/s atau Watt)

Q = kalor yang mengalir (joule)

k = konduktivitas termal bahan (J/ms °C)

T₂ = suhu ujung batang bersuhu tinggi (°C)

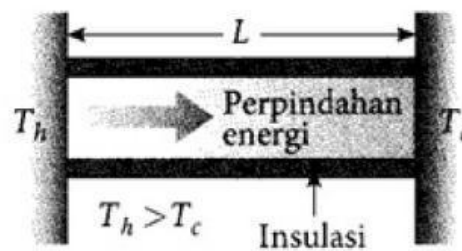
A = luas penampang batang (m²)

t = waktu perpindahan kalor (s)

T₁ = suhu ujung batang bersuhu rendah (°C)

L = panjang batang logam (m)

Gambar 5.2 menggambarkan persamaan (6. 1) di mana terdapat sebuah batang homogen dengan panjang L yang diisolasi secara termal sehingga hanya terjadi pertukaran energi kalor pada ujung-ujung batangnya. Salah satu ujungnya dihubungkan dengan reservoir bersuhu tinggi dan ujung lainnya dihubungkan dengan reservoir bersuhu rendah. Kalor akan berpindah dari ujung yang dihubungkan pada reservoir panas menuju ujung yang terhubung dengan reservoir dingin.

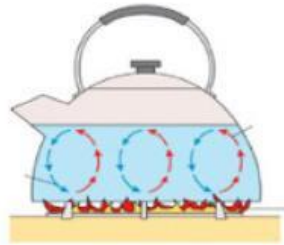


Gambar 5. 2 Konduksi pada batang homogen yang terisolasi, dengan panjang L .

Zat yang memiliki konduktivitas termal tinggi akan menghantarkan kalor dengan cepat dan disebut dengan konduktor. Sedangkan zat yang memiliki konduktivitas termal rendah merupakan penghantar kalor yang buruk dan disebut dengan isolator.

B KONVEKSI

Konveksi adalah perpindahan kalor yang terjadi karena pergerakan massa fluida dari satu tempat ke tempat lain akibat perbedaan massa jenis. Perbedaan ini muncul karena adanya perbedaan suhu. Contohnya saat air dipanaskan, bagian bawah yang lebih panas memuai sehingga massa jenisnya lebih kecil dan naik ke atas, sedangkan bagian yang lebih dingin turun ke bawah. Proses ini berlangsung terus-menerus hingga terbentuk aliran berputar dan gelembung. Jika aliran terjadi karena bantuan alat seperti pompa atau blower disebut konveksi paksa, sedangkan jika terjadi secara alami karena perbedaan massa jenis disebut konveksi alami.



Gambar 5. 3 Ilustrasi Perpindahan Kalor Secara Konveksi ketika memasak air

Selain fenomena memasak air, fenomena konveksi lain yang sering kali dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari dan dapat kita amati di alam adalah pada proses terjadinya angin darat dan angin laut. Pada saat siang hari, daratan lebih cepat menyerap panas daripada laut, sehingga udara di daratan meningkat dan udara yang lebih rendah di atas laut bergerak ke daratan.



Gambar 5. 4 Perpindahan kalor secara konveksi pada angin darat dan angin laut

Secara matematis, laju perpindahan kalor secara konveksi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$H = h A \Delta T$$

Dimana :

H = laju perpindahan kalor (J/s)

h = koefisien konveksi termal (J/s m² K)

A = luas permukaan (m²)

ΔT = perbedaan suhu (K)

C

RADIASI

Ketika kalian pergi ke pantai di siang hari menggunakan baju berwarna hitam, kalian akan merasakan panasnya sinar matahari menyapa permukaan kulit kalian terutama dengan menggunakan baju berwarna hitam tentu akan terasa lebih panas daripada ketika menggunakan baju berwarna putih. Panasnya sinar matahari dapat kita rasakan karena kalor dari matahari berpindah ke bumi dengan cara radiasi.



Gambar 5.5 Sinar matahari sampai ke permukaan Bumi.



Gambar 5.6 Bepergian ke pantai menggunakan pakaian berwarna hitam dan putih di siang hari.

Perpindahan kalor secara radiasi merupakan perpindahan kalor yang terjadi dengan atau tanpa adanya medium perantara (hampa udara). Hal ini dikarenakan perpindahan kalor radiasi dilakukan dengan menggunakan gelombang electromagnet. Salah satu contoh perpindahan kalor secara radiasi adalah berpindahnya kalor yang dipancarkan matahari ke permukaan bumi.

Laju radiasi pada benda sebanding dengan pangkat empat dari suhu mutlak, luas benda yang memancarkan kalor. Sehingga, laju radiasi kalor meninggalkan sumber per satuan waktu dinyatakan pada persamaan berikut :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma A e T^4$$

Dimana

$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ = daya radiasi oleh benda per satuan waktu (watt) e = koefisien emisivitas benda

σ = konstanta Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$) T = suhu benda (K)

A = luas permukaan benda (m^2)

Persamaan sebelumnya, dikenal sebagai persamaan Stefan–Boltzmann. Emisivitas (e) menunjukkan kemampuan suatu benda dalam memancarkan radiasi kalor dibandingkan dengan benda hitam sempurna. Nilainya berada antara 0 hingga 1. Benda hitam sempurna ($e = 1$) merupakan pemancar dan penyerap kalor terbaik, sedangkan benda mengkilap sempurna ($e = 0$) sangat buruk dalam memancarkan maupun menyerap kalor. Inilah sebabnya pakaian berwarna hitam terasa lebih panas di bawah sinar matahari dibandingkan pakaian berwarna putih.

Jika suatu benda berada dalam lingkungan bersuhu T_0 , benda tersebut tidak hanya memancarkan radiasi, tetapi juga menerima radiasi dari lingkungannya. Proses ini berlangsung hingga tercapai kesetimbangan termal. Besar kalor yang dipancarkan benda ke lingkungan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma A e (T^4 - T_0^4)$$

Gambar 6. 7 menunjukkan salah satu contoh peristiwa benda yaitu api unggun yang memancarkan kalor ke lingkungan perkemahan di malam hari yang suhunya rendah.



Gambar 5.7 Menghangatkan tubuh di malam hari saat berkemah

AYO PERHATIKAN CONTOH SOAL BERIKUT SEBELUM KALIAN MENERJAKAN LATIHAN SOAL



Contoh Soal

Sebuah batang besi memiliki panjang 0,5 m dan luas penampang $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Ujung pertama dijaga pada suhu 100°C , sedangkan ujung lainnya pada suhu 40°C . Jika koefisien konduktivitas termal besi adalah $80 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, hitunglah laju perpindahan kalor secara konduksi melalui batang tersebut!

a) Diketahui :

$$k = 80 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$A = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

$$\Delta T = 100 - 40 = 60^\circ\text{C}$$

b) Ditanya :

Pertambahan panjang (ΔT) ?

c) Dijawab :

$$Q = \frac{kA\Delta T}{L}$$

$$Q = \frac{80 \times (4 \times 10^{-4}) \times 60}{0,5}$$

$$Q = \frac{1,92}{0,5}$$

$$Q = 3,84 \text{ watt}$$