

## E-LKPD 3

### "PERPINDAHAN KALOR"

#### Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis jenis perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi) dengan benar
2. Peserta didik dapat menerapkan salah satu perpindahan kalor yakni konduksi melalui percobaan sederhana untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari
3. Peserta didik dapat membedakan karakteristik perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi berdasarkan medium dan mekanisme perpindahannya

#### 1. Orientasi Masalah

Perhatikan gambar dan narasi dibawah ini!



Gambar 3. Mobil dibawah panas terik matahari

Pada suatu siang yang terik, Sonia baru saja kembali ke tempat parkir setelah meninggalkan mobilnya selama beberapa jam di bawah sinar matahari. Ketika membuka pintu mobil, ia langsung merasakan panas yang menyengat dari gagang pintu yang terbuat dari logam. Ia pun bertanya-tanya kenapa gagang pintunya terasa panas? Saat duduk di dalam mobil, Sonia semakin terkejut karena udara di dalam mobil terasa sangat panas. Kenapa hal ini bisa terjadi?

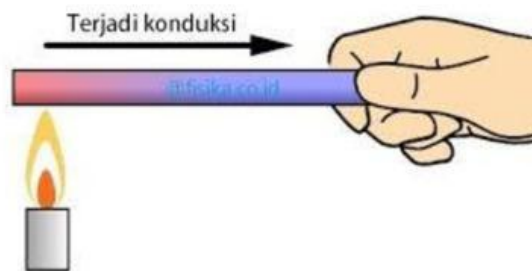
Jawab :

### Uraian Materi

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering merasakan panas tanpa benar-benar melihat bagaimana panas tersebut berpindah. Misalnya, saat memegang sendok yang dimasukkan ke dalam air panas, lama-kelamaan gagang sendok ikut terasa panas. Begitu juga ketika berada di bawah sinar matahari, tubuh kita terasa hangat meskipun tidak menyentuh matahari secara langsung. Peristiwa-peristiwa tersebut menunjukkan bahwa kalor dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain.

Perpindahan kalor adalah proses berpindahnya energi panas dari suatu benda atau tempat yang bersuhu tinggi ke benda atau tempat yang bersuhu lebih rendah. Proses ini akan terus berlangsung hingga tercapai keseimbangan suhu. Secara umum, perpindahan kalor dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

#### 1. Konduksi



Gambar 4. Proses konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi merupakan proses perpindahan panas tanpa disertai perpindahan zat. Pada konduksi, energi panas merambat melalui partikel-partikel zat, tetapi partikel tersebut tidak berpindah tempat secara keseluruhan. Peristiwa ini banyak terjadi pada benda padat, terutama logam. Ketika salah satu ujung logam dipanaskan, partikel-partikel di bagian tersebut akan bergetar lebih cepat dan mentransfer energi ke partikel di sekitarnya, sehingga panas merambat ke seluruh

bagian logam. Contoh sederhana dari konduksi adalah gagang panci yang menjadi panas saat digunakan untuk memasak, atau sendok logam yang ikut panas ketika dimasukkan ke dalam minuman panas.

Salah satu contoh penerapan konduksi yang paling sederhana adalah ketika sebuah sendok logam dimasukkan ke dalam air panas. Setelah beberapa waktu, bagian ujung sendok yang tidak terkena air juga akan terasa panas. Hal ini terjadi karena kalor dari air panas merambat melalui sendok secara konduksi. Contoh lain dapat dilihat pada proses memasak menggunakan panci. Ketika bagian bawah panci dipanaskan oleh api, panas tersebut merambat ke seluruh bagian panci, termasuk ke gagangnya jika gagang tersebut terbuat dari logam.

Penerapan konduksi juga dimanfaatkan secara sengaja dalam berbagai teknologi. Pada setrika listrik, kalor dari elemen pemanas dihantarkan ke pelat setrika, kemudian diteruskan ke pakaian untuk merapikan serat kain. Pada peralatan masak seperti wajan atau panci berbahan aluminium, konduksi yang baik memungkinkan panas tersebar merata sehingga makanan matang dengan lebih efektif. Selain itu, konsep konduksi juga digunakan dalam desain pendingin pada perangkat elektronik, seperti heatsink pada komputer, yang berfungsi menghantarkan panas dari komponen ke udara agar tidak terjadi overheating.

Laju Perpindahan Kalor Konduksi (H):

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L} = \frac{k \cdot A \cdot (T_{\text{panas}} - T_{\text{dingin}})}{L}$$

$H$  = Laju kalor konduksi (W) atau (J/s)

$k$  = Konduktivitas termal zat ( $W/mK$ )

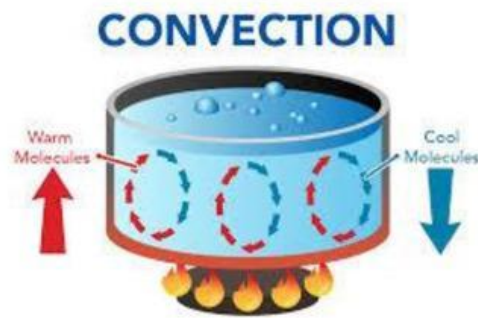
$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

$\Delta T$  = Perbedaan suhu ( $^{\circ}C$  atau K)

$L$  = Panjang atau tebal benda (m)



## 2. Konveksi



Gambar 5. Proses konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan zat perantara. Proses ini umumnya terjadi pada zat cair dan gas. Pada konveksi, bagian zat yang lebih panas akan bergerak karena massa jenisnya lebih kecil, sedangkan bagian yang lebih dingin akan turun karena massa jenisnya lebih besar. Pergerakan ini membentuk arus yang membawa kalor dari satu tempat ke tempat lain. Contoh konveksi dapat dilihat pada air yang dipanaskan di dalam panci, di mana air bagian bawah yang panas akan naik ke atas, sementara air yang lebih dingin turun ke bawah. Selain itu, fenomena angin darat dan angin laut juga merupakan contoh perpindahan kalor secara konveksi di alam.

Dalam dunia teknologi, konveksi dimanfaatkan dalam berbagai alat dan sistem. Pada sistem pendingin ruangan seperti AC, udara dingin yang dihasilkan akan turun ke bawah karena massa jenisnya lebih besar, sementara udara panas di dalam ruangan naik ke atas dan didinginkan kembali. Hal ini menciptakan sirkulasi udara yang membuat suhu ruangan menjadi lebih merata. Pada radiator mobil, cairan pendingin menyerap panas dari mesin, kemudian bergerak menuju radiator untuk melepaskan panas ke udara. Proses ini juga melibatkan konveksi, baik di dalam cairan maupun udara di sekitarnya.

Selain itu, konveksi juga dimanfaatkan dalam cerobong asap. Udara panas dan asap hasil pembakaran memiliki massa jenis lebih kecil sehingga naik ke atas melalui cerobong, sementara udara segar dari luar masuk untuk menggantikan posisi tersebut. Prinsip ini membantu menjaga proses pembakaran tetap berlangsung dengan baik. Bahkan dalam skala yang lebih besar, konveksi terjadi di dalam lapisan mantel bumi yang menyebabkan pergerakan lempeng tektonik, serta di atmosfer yang mempengaruhi pembentukan awan dan cuaca.

Laju Perpindahan Kalor Konveksi:

$$H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$H$  = Laju kalor konveksi (W) atau (J/s)

$h$  = Koefisien konveksi ( $W/m^2K$ )

$A$  = Luas permukaan yang bersentuhan dengan fluida ( $m^2$ )

$\Delta T$  = Perbedaan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $K$ )

### 3. Radiasi



Gambar 6. Proses radiasi

Radiasi merupakan perpindahan kalor tanpa memerlukan medium atau zat perantara. Kalor berpindah dalam bentuk gelombang elektromagnetik, sehingga dapat terjadi meskipun melalui ruang hampa. Contoh paling nyata dari radiasi adalah panas matahari yang sampai ke bumi. Meskipun ruang antara matahari dan bumi adalah ruang hampa, energi panas tetap dapat sampai dan menghangatkan permukaan bumi. Selain itu, kita juga dapat merasakan panas dari api unggun meskipun tidak menyentuhnya secara langsung.

Dalam kehidupan sehari-hari, radiasi memiliki banyak contoh dan penerapan. Sumber radiasi terbesar bagi bumi adalah Matahari. Energi panas dari Matahari sampai ke bumi melalui ruang hampa, yang membuktikan bahwa radiasi tidak memerlukan medium.

Penerapan radiasi juga dapat ditemukan pada berbagai teknologi. Salah satu contohnya adalah penggunaan panel surya yang mengubah energi radiasi Matahari menjadi energi listrik. Selain itu, kompor inframerah memanfaatkan radiasi panas untuk memasak makanan secara efisien. Dalam bidang kesehatan, radiasi digunakan dalam terapi tertentu, meskipun tentu dengan pengaturan yang aman dan terkontrol.

Laju Perpindahan Kalor Radiasi :

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

$H$  = Laju kalor radiasi (W) atau (J/s)

$e$  = Emisivitas bahan (0 hingga 1)

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ )

$A$  = Luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

$T$  = Suhu mutlak benda (Kelvin)

## 2. Pengorganisasian Peserta Didik

Berdasarkan fenomena tersebut, peserta didik diminta untuk bekerja sama dalam kelompok agar dapat mendiskusikan peristiwa yang diamati. Melalui kegiatan diskusi, peserta didik mengidentifikasi permasalahan yang muncul dari gambar yang disajikan serta menganalisis perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi yang berkaitan dengan peristiwa tersebut.

## 3. Memimbing Penyelidikan

Setiap kelompok menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan percobaan menggunakan alat sederhana. Melalui percobaan tersebut, peserta didik diminta untuk membedakan karakteristik perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi berdasarkan medium dan mekanisme perpindahannya.

Silahkan lakukan percobaan ini.

### A. Alat dan Bahan

1. Penggaris besi
2. Mentega secukupnya
3. Sumber api (lilin/spiritus)
4. Korek api
5. Penjepit atau statif (untuk memegang penggaris)
6. Stopwatch

### B. Langkah Kerja

1. Siapkan penggaris besi dan letakkan secara horizontal (mendatar).
2. Oleskan mentega pada beberapa titik sepanjang penggaris dengan jarak yang sama (misalnya 3–5 titik).
3. Jepit salah satu ujung penggaris menggunakan penjepit agar aman saat dipanaskan.
4. Nyalakan lilin, lalu panaskan salah satu ujung penggaris besi di atas nyala api.
5. Amati perubahan yang terjadi pada mentega di setiap titik.
6. Catat waktu yang dibutuhkan mentega pada tiap titik untuk mulai meleleh.



7. Ulangi pengamatan jika diperlukan untuk memastikan hasil.



Gambar 7. Skema percobaan konduksi

### C. Tabel Pengamatan

| No | Jarak dari Sumber Panas (cm) | Waktu Mentega Meleleh (detik) | Keterangan |
|----|------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1  | 2 cm                         |                               |            |
| 2  | 4 cm                         |                               |            |
| 3  | 6 cm                         |                               |            |
| 4  | 8 cm                         |                               |            |
| 5  | 10 cm                        |                               |            |

Jawab :

### 4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Setelah melakukan percobaan, peserta didik diminta untuk mengolah data hasil penyelidikan dalam bentuk laporan tertulis atau poster ilmiah dan menarik kesimpulan mengenai konsep kalor. Selanjutnya, setiap kelompok mempresentasikan hasil kerja dan diskusi yang telah dilakukan serta saling memberikan umpan balik antar kelompok.

Setelah semua kelompok mempresentasikan hasilnya, akan diadakan diskusi kelas untuk menyimpulkan konsep utama yang telah dipelajari.

Jawab :

### 5. Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Jawablah pertanyaan berikut secara mandiri sebagai bentuk refleksi dari proses pemecahan masalah yang telah dilakukan:

1. Apakah hasil percobaan yang diperoleh sudah sesuai dengan teori? Berikan alasannya
2. Bagaimana hubungan antara hasil penyelidikan dengan teori yang telah dipelajari?

Jawab :

### Soal Evaluasi

1. Perhatikanlah pernyataan dibawah ini
  - a. Saat memasak air, Siti menggunakan panci logam di atas kompor. Setelah beberapa menit, gagang panci ikut terasa panas meskipun tidak terkena api secara langsung. Peristiwa perpindahan kalor apa yang terjadi pada gagang panci tersebut? Jelaskan alasanmu!
  - b. Saat berada di ruangan ber-AC, Dina merasakan udara dingin lebih dulu di bagian atas ruangan, lalu lama-kelamaan menyebar ke seluruh ruangan. Peristiwa perpindahan kalor apa yang terjadi pada ruangan tersebut? Jelaskan alasanmu!
  - c. Pada siang hari yang terik, Budi berdiri di lapangan sekolah tanpa memakai topi. Ia merasa tubuhnya semakin panas meskipun tidak menyentuh benda panas apa



pun. Jenis perpindahan kalor apa pada pernyataan tersebut? Mengapa panas dapat sampai ke tubuh Budi?

2. Diketahui suhu permukaan bagian dalam dan luar sebuah kaca jendela yang memiliki Panjang 2 m dan lebar 1,5 m berturut turut  $27^{\circ}\text{C}$  dan  $26^{\circ}\text{C}$ . Jika tebal kaca tersebut 3,2 mm dan konduktivitas termal kaca sebesar  $0,8\text{ W/m }^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan laju aliran kalor yang lewat jendela tersebut!
3. Perhatikan beberapa peristiwa berikut:
  - a. Sendok logam menjadi panas saat dimasukkan ke dalam air panas
  - b. Air di dalam panci bergerak naik turun saat dipanaskan.
  - c. Panas matahari sampai ke bumi

Jelaskan perbedaan karakteristik ketiga jenis perpindahan kalor tersebut berdasarkan medium yang diperlukan dan mekanisme perpindahan kalor!

Jawab :

1.

2.

3.

