

# MODUL AJAR

## SUHU

### INFORMASI UMUM

#### I. IDENTITAS MODUL

<b>Nama Penyusun</b>	: .....
<b>Satuan Pendidikan</b>	: SMA
<b>Kelas / Fase</b>	: XI (Sebelas) / F
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika
<b>Alokasi Waktu</b>	: 8 JP (2 X Pertemuan@4 JP)
<b>Tahun Penyusunan</b>	: 20 ... / 20 ...

#### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

#### II. KOMPETENSI AWAL

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Suhu dan Kalor yang meliputi termometer dan skala suhu, pengaruh kalor pada zat, perpindahan kalor dan pemuai zat

Setelah mempelajari materi dalam modul ini diharapkan kalian dapat mengaplikasikan konsep konsep dan prinsip pada pokok bahasan suhu dan kalor ini dalam memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari hari

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari sifat sifat zat dan perubahan wujud.

#### III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan yag maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

#### IV. SARANA DAN PRASARANA

- |                       |                            |                                  |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Gawai              | 4. Buku Teks               | 7. Handout materi                |
| 2. Laptop/Komputer PC | 5. Papan tulis/White Board | 8. Infokus/Proyektor/Pointer     |
| 3. Akses Internet     | 6. Lembar kerja            | 9. Referensi lain yang mendukung |

## **V. TARGET PESERTA DIDIK**

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

## **VI. MODEL PEMBELAJARAN**

*Blended learning* melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Social Emotional Learning* (SEL).

## KOMPONEN INTI

### I. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain;
- Menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut; dan
- Menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama.

### II. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari
- Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya

### III. PERTANYAAN PEMANTIK

- Guru mengajukan pertanyaan terbuka kepada peserta didik seputar *Suhu*
- Guru membandingkan jawaban peserta didik satu dengan jawaban peserta didik lainnya.

### IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PENDAHULUAN	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran</li><li>• Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan <b>Profil Pelajar Pancasila</b>; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.</li></ul>
KEGIATAN INTI	
<i>Stimulus</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi : <i>Suhu</i></li></ul>
<i>Identifikasi masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan materi : <i>Suhu</i></li></ul>
<i>Pengumpulan data</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengamati dengan seksama materi : <i>Suhu</i>, dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya</li><li>• Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi : <i>Suhu</i></li><li>• Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi : <i>Suhu</i></li></ul>
<i>Pembuktian</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berdiskusi tentang data dari materi : <i>Suhu</i>.</li><li>• Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi : <i>Suhu</i>.</li></ul>
<i>Menarik kesimpulan</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menyampaikan hasil diskusi tentang materi : <i>Suhu</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk</li></ul>

	<p>mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <i>Suhu</i>.</li> <li>• Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi : <i>Suhu</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan</li> <li>• Bertanya atas presentasi tentang materi : <i>Suhu</i> dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.</li> </ul>
<b>REFLEKSI DAN KONFIRMASI</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.</li> <li>• Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.</li> </ul>

## V. ASESMEN PEMBELAJARAN

### a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif

### b) Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes tertulis

### c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek

### Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

### Catatan:

- Jika ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.
- Jika semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

## VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

### Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan

### Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

### PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah : .....

Mata Pelajaran : .....

Kelas / Semester : ..... / .....

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
dst							

## VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

### Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

### Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
----	-------	---------------	---------

1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

## LAMPIRAN- LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1

#### LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD adalah panduan dalam melakukan aktivitas pembelajaran, yaitu:

Kelas/Semester : XI / .....

Mata Pelajaran : .....

Hari/Tanggal : .....

Nama siswa : .....

Materi pembelajaran : .....

.....

1. Sebuah zat cair diukur suhunya menggunakan termometer celcius diperoleh angka 40oC. Berapakah jika zat cair tersebut diukur suhunya menggunakan termometer reamur?
2. Kalor yang dibutuhkan oleh 3 kg zat untuk menaikkan suhunya dari 10oC sampai 80oC adalah 9,45 kJ. Berapakah kalor jenis zat tersebut?
3. Sebongkah es dengan massa 100 gram memiliki suhu -10oC. Jika Es tersebut ingin diubah menjadi air yang bersuhu 10oC, berapakah kalor yang harus diberikan? (kalor jenis air = 4200 J/KgK, kalor jenis es = 2100 J/KgK, kalor lebur es = 336 KJ/Kg)
4. Air sebanyak 0,5 kg yang bersuhu 100oC dituangkan ke dalam bejana dari aluminium yang memiliki massa 0,5 kg. Jika suhu awal bejana sebesar 25oC, kalor jenis aluminium 900 J/kgC, dan kalor jenis air 4.200 J/kgC, maka tentukan suhu kesetimbangan yang tercapai! (anggap tidak ada kalor yang mengalir ke lingkungan)

### LAMPIRAN 2

#### BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK

#### 1. Suhu



Salah satu langkah antisipasi pencegahan terinfeksi virus corona adalah memeriksa suhu tubuh seperti terlihat pada gambar. Maka dari itu, di sejumlah tempat umum seperti pusat perbelanjaan hingga bandara selalu menerapkan pengecekan suhu tubuh. Dari suhu tubuh itulah, seseorang bisa mengetahui kondisi tubuhnya sedang sehat atau tidak. Upaya ini

merupakan salah satu cara pencegahan penularan covid -19. Sehingga dapat kita simpulkan betapa pentingnya suhu dalam kehidupan kita sehari hari.

Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang dirasakan indera. Alat yang biasa digunakan untuk pengukur suhu dinamakan termometer.

**a. Termometer**



Termometer merupakan alat yang sederhana dengan fungsi yang besar. Ada bermacam macam termometer mulai dari yang analog sampai yang digital, mulai dari yang menggunakan air raksa sampai yang menggunakan infra merah.

**b. Skala Suhu**

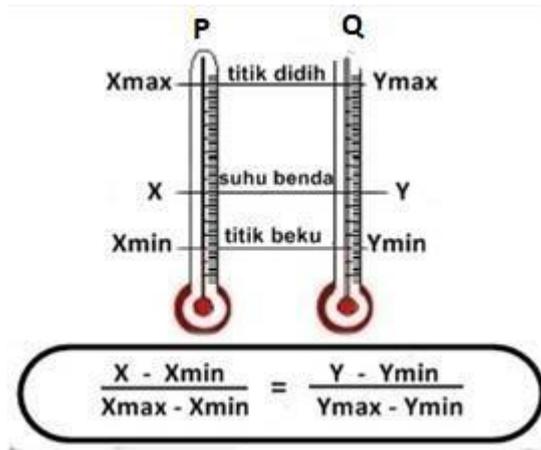
Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius (oC), Reamur (oR), Fahrenheit (oH) dan Kelvin (K)

No.	Termometer	Titik tetap bawah	Titik tetap atas	Jumlah skala
1	Celcius	0°C	100°C	100
2	Reamur	0°R	80°C	80
3	Fahrenheit	32°F	212°F	180
4	Kelvin	273 K	373 K	100

Konversi antara 4 skala tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut :

	Celcius	Reamur	Kelvin	Fahrenheit
Celcius		$R = (4/5) C$	$K = C + 273$	$F = (9/5) C + 32$
Reamur	$C = (5/4) R$		$K = C + 273 = (5/4) R + 273$	$F = (9/4) R + 32$
Fahrenheit	$C = 5/9 (F-32)$	$R = 4/9 (F-32)$	$K = 5/9 (F-32) + 273$	
Kelvin	$C = K - 273$	$R = 4/5 (K-273)$		$F = 9/5 (K-273) + 32$

Skala Celcius dan Fahrenheit banyak kita temukan di kehidupan sehari hari, sedangkan skala suhu yang ditetapkan sebagai Satuan Internasional adalah Kelvin. Berikut gambaran mengkonversi suhu pada 2 termometer yang berbeda secara umum dituliskan:



## 2. Kalor

### a. Pengaruh Kalor pada zat



Gambar diatas menunjukkan air yang sedang dipanaskan hingga mendidih. Saat air dipanaskan ada proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang di sebut dengan kalor. Kalor yang diterima air ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih bahkan untuk merubah wujud dari cair menjadi gas.

#### 1) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda tersebut dalam menyerap kalor.

Secara matematis

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} \quad \text{atau} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

dengan

$c$  = kalor jenis suatu zat ( $\text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

$m$  = massa zat (kg)

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{K}$ )

$Q$  = banyak kalor yang diterima atau dilepas (J)

TABEL KALOR JENIS BEBERAPA ZAT

ZAT	KALOR JENIS (J/kg°C)	ZAT	KALOR JENIS (J/kg°C)
Air	4200	Besi	460
Alkohol	2400	Tembaga	390
Minyak tanah	220	Kuningan	380
Air Raksa	140	Perak	230
Es	2500	Emas	130
Alumunium	900	Timbal	130
Kaca	670	Udara	1000

Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau 1oC.

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \diamond \text{ atau } C = m \cdot c$$

$$\Delta T$$

Dengan

C = kapasitas kalor (JK<sup>-1</sup>)

## 2) Perubahan Wujud Zat

Kalor yang diterima atau dilepaskan suatu zat dapat mengakibatkan pada perubahan wujud suatu zat. Penerimaan kalor akan meningkatkan suhu dan dapat mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau cair menjadi gas. Sedangkan pelepasan kalor dapat menurunkan suhu atau merubah wujud dari cair menjadi padat atau gas menjadi cair.

Ketika sedang berubah wujud, walaupun terdapat pelepasan atau penyerapan kalor tetapi tidak digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu. Kalor ini disebut Kalor laten atau L. Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa. Secara matematis

$$L = \frac{Q}{m}$$

Dengan

L = kalor laten ( Jkg<sup>-1</sup>)

Q = kalor yang dibutuhkan saat perubahan wujud (J)

m = massa zat (kg)

## 3) Azas Black

Asas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut:

“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”.

Energi selalu kekal sehingga benda yang memiliki temperatur lebih tinggi akan melepaskan energi sebesar  $Q_L$  dan benda yang memiliki temperatur lebih rendah akan menerima energi sebesar  $Q_T$  dengan besar yang sama.

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

Keterangan:

$Q_{\text{Lepas}}$  = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

$Q_{\text{Terima}}$  = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

Besarnya kalor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q = mc\Delta T.$$

Ketika menggunakan persamaan ini, perlu diingat bahwa temperatur naik berarti zat menerima kalor, dan temperatur turun berarti zat melepaskan kalor, maka

$$Q_{\text{Lepas}} = Q_{\text{Terima}}$$

$$m_1c_1\Delta T_1 = m_2c_2\Delta T_2$$

dengan  $\Delta T_1 = T - T_{\text{akhir}}$  dan  $\Delta T_2 = T_{\text{akhir}} - T$  sehingga

$$m_1c_1(T_1 - T_c) = m_2c_2(T_c - T_2)$$

Keterangan:

$m_1$  = massa benda 1 yang suhunya tinggi (kg)

$m_2$  = massa benda 2 yang suhunya rendah (kg)

$c_1$  = kalor jenis benda 1 (J/kg°C)

$c_2$  = kalor jenis benda 2 (J/kg°C)

$T_1$  = suhu mula-mula benda 1 (°C atau K)

$T_2$  = suhu mula-mula benda 2 (°C atau K)

$T_c$  = suhu akhir atau suhu campuran (°C atau K)

### LAMPIRAN 3 GLOSARIUM

**Suhu**, derajat panas atau dingin yang dirasakan indera

**Kalor**, proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan diikuti perubahan suhu

**Kalor jenis**, jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K

**Kalor Laten**, kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa

**Koefisien muai panjang**, perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu

**Kapasitas Kalor**, Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1°C pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas

**Azas Black**, zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah

**Konduksi**, peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya perambatan kalor yang disertai perpindahan massa

**Konveksi**, perpindahan partikel partikel zat perantaranya seperti partikel udara

**Radasi**, perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara

#### **LAMPIRAN 4** **DAFTAR PUSTAKA**

Sufi ani Rufaida, Sarwanto, 2013, *Fisika Peminatan dan Ilmu Alam untuk SMA kelas X*, Jakarta, Mediatama

Foster, Bob, 2014, *Akselerasi Fisika untuk SMA/MA kelas X*, Bandung, Duta

<https://www.fisikabc.com/2018/05/pemuaian-volume-pada-zat-padat-cair-gas.html>

<https://www.studiobelajar.com/suhu-dan-kalor/>

<https://images.app.goo.gl/nTg8By6KSgbrCGps7>

# MODUL AJAR KALOR

## INFORMASI UMUM

### I. IDENTITAS MODUL

<b>Nama Penyusun</b>	: .....
<b>Satuan Pendidikan</b>	: SMA
<b>Kelas / Fase</b>	: XI (Sebelas) / F
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika
<b>Alokasi Waktu</b>	: 8 JP (2 X Pertemuan@4 JP)
<b>Tahun Penyusunan</b>	: 20 ... / 20 ...

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

### II. KOMPETENSI AWAL

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Suhu dan Kalor yang meliputi termometer dan skala suhu, pengaruh kalor pada zat, perpindahan kalor dan pemuai zat

Setelah mempelajari materi dalam modul ini diharapkan kalian dapat mengaplikasikan konsep konsep dan prinsip pada pokok bahasan suhu dan kalor ini dalam memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari hari

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari sifat sifat zat dan perubahan wujud.

### III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

### IV. SARANA DAN PRASARANA

- |                       |                            |                                  |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Gawai              | 4. Buku Teks               | 7. Handout materi                |
| 2. Laptop/Komputer PC | 5. Papan tulis/White Board | 8. Infokus/Proyektor/Pointer     |
| 3. Akses Internet     | 6. Lembar kerja            | 9. Referensi lain yang mendukung |

## **V. TARGET PESERTA DIDIK**

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

## **VI. MODEL PEMBELAJARAN**

*Blended learning* melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Social Emotional Learning* (SEL).

## KOMPONEN INTI

### I. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Menentukan panjang benda setelah mengalami muai panjang;
- Menentukan luas benda setelah mengalami muai luas;
- Menentukan volume benda setelah mengalami muai volume;
- Menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu;
- Menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat; dan
- Menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

### II. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari - hari
- Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya

### III. PERTANYAAN PEMANTIK

- Guru mengajukan pertanyaan terbuka kepada peserta didik seputar *Kalor*
- Guru membandingkan jawaban peserta didik satu dengan jawaban peserta didik lainnya.

### IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PENDAHULUAN	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran</li><li>• Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan <b>Profil Pelajar Pancasila</b>; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.</li></ul>
KEGIATAN INTI	
<i>Stimulus</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi : <i>Kalor</i></li></ul>
<i>Identifikasi masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan materi : <i>Kalor</i></li></ul>
<i>Pengumpulan data</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengamati dengan seksama materi : <i>Kalor</i>, dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya</li><li>• Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi : <i>Kalor</i></li><li>• Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi : <i>Kalor</i></li></ul>
<i>Pembuktian</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berdiskusi tentang data dari materi : <i>Kalor</i>.</li><li>• Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi : <i>Kalor</i>.</li></ul>

<i>Menarik kesimpulan</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Menyampaikan hasil diskusi tentang materi : <i>Kalor</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan</li> <li>● Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <i>Kalor</i>.</li> <li>● Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi : <i>Kalor</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan</li> <li>● Bertanya atas presentasi tentang materi : <i>Kalor</i> dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.</li> </ul>
<b>REFLEKSI DAN KONFIRMASI</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.</li> <li>● Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.</li> <li>● Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.</li> </ul>	

## V. ASESMEN PEMBELAJARAN

- a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila  
Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif
- b) Penilaian Pengetahuan  
Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes tertulis
- c) Penilaian Keterampilan  
Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek

### Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Saya sudah mampu menentukan panjang benda setelah mengalami pemuaiian panjang		
2	Saya sudah mampu menentukan luas benda setelah mengalami pemuaiian luas		
3	Saya sudah dapat menentukan volume benda setelah mengalami pemuaiian volume		
4	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor untuk menaikkan suhu tertentu		

5	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat		
6	Saya sudah dapat menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konveksi maupun radiasi		

**Catatan:**

- Jika ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.
- Jika semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

## VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

### Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan

### Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

### PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah : .....

Mata Pelajaran : .....

Kelas / Semester : ..... / .....

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
dst							

## VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

### Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	

2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

### Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

## LAMPIRAN- LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD adalah panduan dalam melakukan aktivitas pembelajaran, yaitu:

Kelas/Semester : XI / .....

Mata Pelajaran : .....

Hari/Tanggal : .....

Nama siswa : .....

Materi pembelajaran : .....

.....

Judul : Konduksi

Tujuan : Mengamati gejala aliran kalor secara konduksi

Alat dan Bahan :

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) Sendok besi
- 4) Margarin
- 5) Penjepit kayu

Cara Kerja

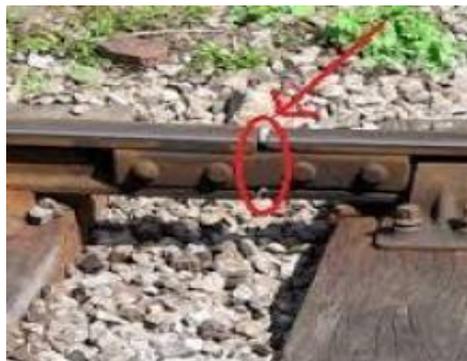
- 1) Bakarlah sebatang lilin
- 2) Letakkan margarin di ujung sendok
- 3) Bakarlah batang sendok diatas lilin sambul dijepit
- 4) Amati apa yang terjadi

Pertanyaan

1. Apakah margarin di ujung sendok akan meleleh? Mengapa?
2. Buatlah suatu kesimpulan dari hasil pengamatan kalian!

### LAMPIRAN 2 BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK

#### 1. PEMUAIAN ZAT

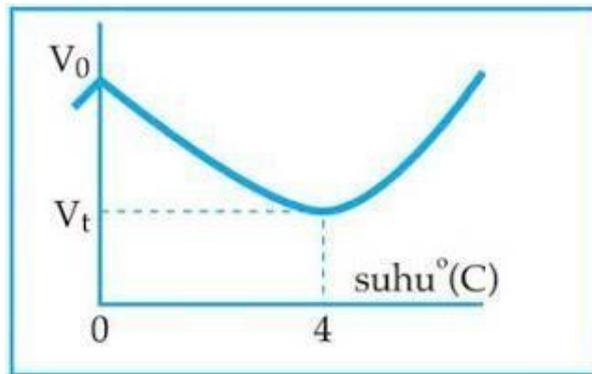


Gambar diatas menunjukkan gambar sambungan antar rel kereta api yang dibuat agak renggang untuk memberi ruang saat rel mengalami pemuaian.

Pemuaian zat umumnya terjadi ke segala arah, ke arah panjang, ke arah lebar dan ke arah tebal. Namun, pada pembahasan tertentu mungkin kita hanya memandang pemuaian ke satu arah tertentu, misalnya ke arah panjang, sehingga kita hanya membahas pemuaian panjang.

### a. Pemuaian Zat Cair

Pada umumnya setiap zat memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari 0oC sampai 4oC akan menyusut. Sifat keanehan air seperti itu disebut anomali air. Grafik anomali air seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Keterangan:

Pada suhu 4oC diperoleh:

- a) volume air terkecil
- b) massa jenis air terbesar

Karena pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume, maka pada pemuaian zat cair hanya diperoleh persamaan berikut.

$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

Tabel Koefisien Muai Ruang Zat Cair untuk Beberapa Jenis Zat dalam Satuan K-1

No.	Jenis Zat Cair	Koefisien muai Panjang
1.	Alkohol	0,0012
2.	Air	0,0004
3.	Gliserin	0,0005
4.	Minyak parafin	0,0009
5.	Raksa	0,0002

### b. Pemuaian Zat Padat

#### 1) Muai Panjang



Pemuaian panjang disebut juga dengan pemuaian linier. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis)

Untuk pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang atau koefisien muai linier yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu.

Jika koefisien muai panjang dilambangkan dengan  $\alpha$  dan pertambahan panjang  $\Delta L$ , panjang mula-mula  $L_0$  dan perubahan suhu  $\Delta T$  maka koefisien muai panjang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Sehingga satuan dari  $\alpha$  adalah  $1/K$  atau  $K^{-1}$ . Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \text{ Dimana}$$

$$\Delta L = L_t - L_0,$$

$$L_t - L_0 = \alpha L_0 \Delta T$$

Keterangan:

$$L_t = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_t = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$L_t$  = panjang benda saat dipanaskan (m)

$L_0$  = panjang benda mula-mula (m)

$\alpha$  = koefisien muai linear/panjang ( $1/^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

Tabel Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat

Jenis Bahan	Koefisien muai Panjang (dalam $K^{-1}$ )
Kaca	0,000009
Baja/besi	0,000011
Aluminium	0,000026
Pirex ( <i>Pyrex</i> )	0,000003
Platina	0,000009

Tembaga	0,000017
---------	----------

## 2) Muai Luas



Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaian. Koefisien muai pada pemuaian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang  $\beta$  Analog dengan pemuaian panjang, maka jika luas mula-mula  $A_0$ , pertambahan luas  $\Delta A$  dan perubahan suhu  $\Delta T$ , maka koefisien muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\beta = \frac{\Delta A}{A \cdot \Delta T}$$

Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut

$$\Delta A = \beta A \Delta T$$

Dimana  $\Delta A = A_t - A_0$ , sehingga persamaan menjadi:

$$A_t - A_0 = \beta A_0 \Delta T$$

$$A_t = A_0 + \beta A_0 \Delta T$$

$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$

Nilai  $\beta = 2\alpha$  sehingga persamaan diatas dapat juga ditulis sebagai berikut.

$$A_t = A_0 (1 + 2\alpha \Delta T)$$

**Keterangan:**

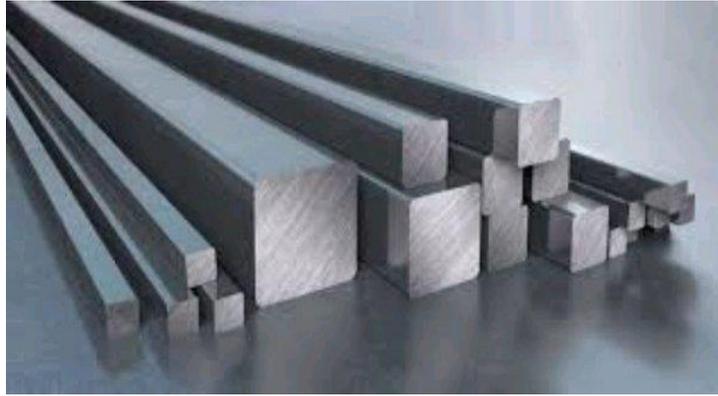
$A_t$  = luas benda saat dipanaskan ( $m^2$ )

$A_0$  = luas benda mula-mula ( $m^2$ )

$\beta = 2\alpha$  = koefisien muai luas ( $/^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

## 3) Muai Volume



Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volum. Koefisien pemuaian pada pemuaian volum ini disebut dengan koefisien muai volum atau koefisien muai ruang yang diberi lambang  $\gamma$ . Jika volum mula-mula  $V_0$ , pertambahan volum  $\Delta V$  dan perubahan suhu  $\Delta T$ , maka koefisien muai volum dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$$

Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut.

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

Dimana  $\Delta V = V_t - V_0$ , sehingga menjadi:

$$V_t - V_0 = \gamma V_0 \Delta T$$

$$V_t = V_0 + \gamma V_0 \Delta T$$

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

nilai  $\gamma = 3\alpha$  sehingga persamaan diatas dapat juga ditulis sebagai berikut.

$$V_t = V_0 (1 + 3\alpha \Delta T)$$

**Keterangan:**

$V_t$  = luas benda saat dipanaskan ( $m^3$ )

$V_0$  = luas benda mula-mula ( $m^3$ )

$\gamma = 3\alpha$  = koefisien muai volume ( $/^{\circ}C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$ )

### c. Pemuaian Zat Gas

Jika gas dipanaskan, maka dapat mengalami pemuaian volume dan dapat juga terjadi pemuaian tekanan. Dengan demikian pada pemuaian gas terdapat beberapa persamaan, sesuai dengan proses pemanasannya.

#### 1) Pemuaian Volume pada Tekanan Tetap (Isobarik)

Jika gas dipanaskan pada tekanan tetap maka volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu.. Secara matematik dapat dinyatakan:

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

$$\frac{V}{T} = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

## 2) Pemuaiian Tekanan Gas pada Volume Tetap (Isokhorik)

Jika pemanasan terus dilakukan pada gas dalam ruang tertutup, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas tersebut. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

$$\frac{P}{T} = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

## 3) Pemuaiian Volume Gas pada Suhu Tetap (Isotermis)

Jika gas dipanaskan dengan suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas.

$$P = \frac{1}{V}$$

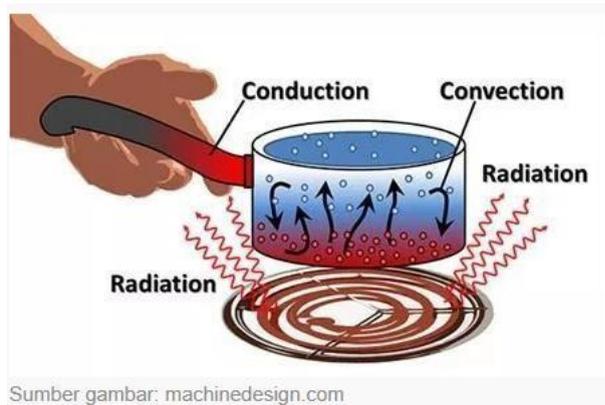
diperoleh:

$$P \cdot V = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Jika pada proses pemuaiian gas terjadi tekanan berubah, volum berubah dan suhu berubah maka dapat diselesaikan dengan persamaan **hukum Boyle - Gay Lussac**

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

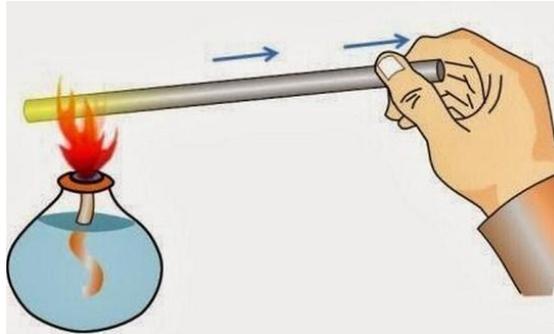
## d. Perpindahan Kalor



Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi, dan radiasi. Gambar diatas dapat menjelaskan 3 jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi secara sekaligus. Rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah

proses radiasi, kemudian air yang panas di bagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air dingin di bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat dari logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi.

## 1. Konduksi



Gambar diatas menunjukkan sebuah batang logam yang salah satu ujungny dipanaskan diatas api sementara ujung yang satu lagi dipegang tangan. Panas yang terjadi di ujung logam yang dipanaskan di atas api dirasakan juga oleh tangan yang memegang ujung logam yang lainnya. Ini membuktikan adanya aliran kalor (panas) pada logam.

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya disebut konduksi. Jumlah kalor yang dipindahkan per satuan waktu, secara matematis dituliskan:

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

Dengan

H = jumlah kalor yang merambat tiap satuan waktu  
= laju aliran kalor ( $J s^{-1}$ )

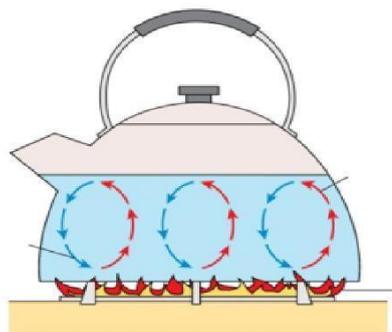
k = koefisien konduksi termal ( $J m^{-1} s^{-1} K^{-1}$ )

A = luas penampang batang ( $m^2$ )

L = panjang batang (m)

$\Delta T$  = perbedaan suhu antara kedua ujung batang (K)

## 2. Konveksi



Saat kalian merebus air maka akan terjadi aliran (perpindahan) kalor dari air yang panas dibagian bawah dengan air yang dingin dibagian atas wadah. Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya disebut dengan aliran kalor secara konveksi. Laju kalor secara konveksi, secara matematis dapat dirumuskan:

$$H = h A \Delta T$$

Dengan

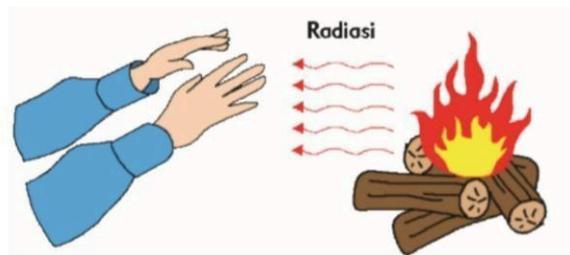
$H$  = laju perpindahan kalor (J s<sup>-1</sup>)

$h$  = koefisien konveksi termal (J s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup>)

$A$  = luas permukaan (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = perbedaan suhu (K)

### 3. Radiasi



Saat kalian berkumpul di sekitar api unggun, akan dirasakan panas dari api yang menyala. Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

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

Dengan

$Q$  = Kalor yang dipancarkan (J)

$T$  = suhu mutlak (K)

$e$  = emisivitas bahan

$\sigma$  = tetapan Boltzman

$$= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$A$  = luas penampang benda (m<sup>2</sup>)

**Suhu**, derajat panas atau dingin yang dirasakan indera

**Kalor**, proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu

**Kalor jenis**, jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K

**Kalor Laten**, kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa

**Koefisien muai panjang**, perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu

**Kapasitas Kalor**, Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1oC pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas

**Azas Black**, zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah

**Konduksi**, peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya perambatan kalor yang disertai perpindahan massa

**Konveksi**, perpindahan partikel partikel zat perantaranya seperti partikel udara

**Radasi**, perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara

#### **LAMPIRAN 4** **DAFTAR PUSTAKA**

Sufi ani Rufaida, Sarwanto, 2013, *Fisika Peminatan dan Ilmu Alam untuk SMA kelas X*, Jakarta, Mediatama

Foster, Bob, 2014, *Akselerasi Fisika untuk SMA/MA kelas X*, Bandung, Duta

<https://www.fisikabc.com/2018/05/pemuaian-volume-pada-zat-padat-cair-gas.html>

<https://www.studiobelajar.com/suhu-dan-kalor/>

<https://images.app.goo.gl/nTg8By6KSgbrCGps7>