



BARANG MILIK NEGARA

MODUL PEMBELAJARAN SMP TERBUKA

ILMU PENGETAHUAN ALAM

MODUL 4 SUHU DAN KALOR SERTA MEKANISME MENJAGA KESTABILAN SUHU TUBUH

KELAS
VII

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH PERTAMA
2020

© Hak Cipta pada Direktorat Sekolah Menengah Pertama
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini,
Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

MODUL PEMBELAJARAN SMP TERBUKA IPA

Kelas VII

MODUL 4 SUHU DAN KALOR SERTA MEKANISME MENJAGA KESTABILAN SUHU TUBUH

Tim Penyusun Modul

Penulis :

1. Lina Herlina, M.Pd
2. Rangga Bhakty Iskandar, S.Pd., Gr.

Reviewer :

Dr. Irvan Permana, M.Pd.

Tim Kreatif :

G_Designa Project

Diterbitkan oleh Direktorat Sekolah Menengah Pertama,
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini,
Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan hidayah Nya, Direktorat Sekolah Menengah Pertama, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah telah berhasil menyusun Modul Pembelajaran SMP Terbuka kelas VII dengan baik. Tujuan disusunnya Modul Pembelajaran ini adalah sebagai salah satu bentuk layanan penyediaan bahan belajar peserta didik SMP Terbuka agar proses pembelajarannya lebih terarah, terencana, variatif, dan bermakna. Dengan demikian, tujuan memberikan layanan SMP Terbuka yang bermutu bagi peserta didik SMP Terbuka dapat terwujud.

Modul Pembelajaran SMP Terbuka kelas VII yang telah disusun ini disajikan dalam beberapa kegiatan belajar untuk setiap modulnya dan beberapa modul untuk setiap mata pelajarannya sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Dengan adanya modul pembelajaran SMP Terbuka kelas VII ini, kami berharap, peserta didik dapat memperoleh kemudahan dan kebermaknaan dalam menjalankan kegiatan pembelajaran mandiri dan terstrukturnya. Selain itu, Guru Pamong dan Guru Bina pun dapat merancang, mengarahkan, dan mengevaluasi proses pembelajaran dengan lebih baik sebagai bagian dari proses peningkatan mutu layanan di SMP Terbuka. Dengan layanan SMP Terbuka yang bermutu, peserta didik akan merasakan manfaatnya dan termotivasi untuk mencapai cita-citanya menuju kehidupan yang lebih baik.

Dengan diterbitkannya Modul Pembelajaran SMP Terbuka kelas VII ini diharapkan kualitas layanan pembelajaran di SMP Terbuka menjadi lebih baik. Modul Pembelajaran SMP Terbuka kelas VII ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kami berharap dapat memperoleh kritik, saran, rekomendasi, evaluasi, dan kontribusi nyata dari berbagai pihak untuk kesempurnaan modul ini. Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi aktif dalam proses penyusunan Modul Pembelajaran SMP Terbuka kelas VII ini. Apabila terdapat kekurangan atau kekeliruan, maka dengan segala kerendahan hati akan kami perbaiki sesuai dengan ketentuan yang berlaku di masa yang akan datang.

Jakarta, Oktober 2020
Direktur
Sekolah Menengah Pertama,



Drs. Mulyatsyah, M.M
NIP. 196407141993041001

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
I. Pendahuluan	
A. Deskripsi Singkat.....	1
B. Kompetensi Inti & Kompetensi Dasar	3
C. Petunjuk Belajar	3
D. Peran Guru dan Orang Tua.....	4
II. Kegiatan Belajar 1: Suhu dan Pemuaian	
A. Indikator Pembelajaran	6
B. Aktivitas Pembelajaran.....	6
C. Tugas.....	12
D. Rangkuman.....	15
E. Tes Formatif.....	16
III. Kegiatan Belajar 2: Kalor	
A. Indikator Pembelajaran	19
B. Aktivitas Pembelajaran.....	19
C. Tugas.....	27
D. Rangkuman.....	28
E. Tes Formatif.....	29
IV. Kegiatan Belajar 3: Perpindahan Kalor Serta Penerapannya Dalam Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh	
A. Indikator Pembelajaran	32
B. Aktivitas Pembelajaran.....	32
C. Tugas.....	35
D. Rangkuman.....	46
E. Tes Formatif.....	47
V. Tes Akhir Modul	
.....	50
Lampiran	56
Daftar Pustaka.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Di Tempat yang Sama Kopi Panas yang Terus Berkurang Suhunya dan Air Teh Dingin yang Terus Naik Suhnya.	2
Gambar 4.2. Apa Yang Ananda Rasakan?	7
Gambar 4.3. Termometer Berbagai Skala.....	9
Gambar 4.4. Bagian-bagian Termometer	9
Gambar 4.5. Penerapan Pemuaian Panjang di Lingkungan Sekitar	13
Gambar 4.6. Keping Bimetal	13
Gambar 4.7. Menentukan Arah Lengkung Keping Bimetal	14
Gambar 4.8. Perpindahan Panas (Kalor) Pada Secangkir Kopi Panas dan Segelas Teh Dingin.....	20
Gambar 4.9. Peran Kalor Untuk Menaikan Suhu dan Mengubah Wujud Zat.....	21
Gambar 4.10. Bagan Peran Kalor.....	21
Gambar 4.11. Grafik Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu.	25
Gambar 4.12. Contoh Perpindahan Konduksi	33
Gambar 4.13. Proses Perpindahan Kalor Secara Konduksi.....	33
Gambar 4.14. Bahan-bahan Konduktor dan Isolator Panas	35
Gambar 4.15. Gelas Kaca Agar Kopi Tidak Mudah Dingin	35
Gambar 4.16. Arus Konveksi Pada Air yang Dipanaskan	36
Gambar 4.17. Peristiwa Angin Laut Pada Siang Hari dan Angin Laut Pada Malam Hari.....	36
Gambar 4.18. Nelayan Sedang Menjaring Ikan di Laut.....	37
Gambar 4.19. Pemanfaatan Perpindahan Kalor Secara Konveksi Pada Bidang Teknologi (Oven dan Pengering Rambut).	38
Gambar 4.20. Perpindahan Kalor Dengan Cara Radiasi Melewati Ruang Hampa.....	38
Gambar 4.21. Perpindahan Kalor Melalui Radiasi	39
Gambar 4.22. Peristiwa Perpindahan Kalor Saat Memasak Air.....	40
Gambar 4.23. Mekanisme Kerja Hipotalamus Dalam Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh	40
Gambar 4.24. Termoregulasi Pada Manusia.....	41
Gambar 4.25. Berkeringat Saat Berolahraga Untuk Mengeluarkan Panas Tubuh	42
Gambar 4.26. Baju Seragam Berwarna Terang Agar Tubuh Tidak Terlalu Panas	42
Gambar 4.27. Manusia Mengenakan Selimut Saat Merasa Dingin	43
Gambar 4.28. Tubuh Menggigil Mengenakan Jaket dan Makan Saat Kedinginan.	43
Gambar 4.29. Pinguin	44
Gambar 4.30. Anjing Munjulkan Lidahnya Untuk Mengeluarkan Panas Dalam Tubuh	44
Gambar 4.31. Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh Hewan.....	45
Gambar 4.32. Buaya, Hewan berdarah dingin sedang menghangatkan	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Daftar Koefisien Muai Panjang Beberapa Logam.....	10
Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Pemanasan Air.....	23

PENDAHULUAN



SUHU DAN KALOR SERTA MEKANISME MENJAGA KESTABILAN SUHU TUBUH

A. Deskripsi Singkat

Hai Ananda semua apa kabarnya? Mudah-mudahan Ananda dalam keadaan sehat walafiat. Selamat atas keberhasilan Ananda menyelesaikan modul 3 tentang Klasifikasi Materi dan Perubahannya. Selanjutnya modul yang akan Ananda pelajari sekarang Modul 4 yang berjudul **“Suhu dan Kalor”**. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Ananda mengetahui konsep suhu dan kalor serta penerapannya bagi manusia dan hewan dalam menjaga kestabilan suhu tubuh.

Pada modul ini, Ananda akan mempelajari mengenai perbedaan antara konsep suhu dan kalor, kemudian pengaruh suhu terhadap pemuaian, kemudian mengenai peran kalor dalam menaikkan suhu dan mengubah wujud zat serta penerapannya termasuk mekanisme manusia dan hewan dalam menjaga kestabilan suhu tubuh. Kekaguman Ananda juga dapat bertambah besar kepada Sang Pencipta, misalnya pada peristiwa anomali dimana ikan-ikan di daerah kutub tetap hidup di dalam air dan tidak mati membeku.

Pernahkan Ananda atau salah satu keluarga kita mengalami sakit demam kemudian pergi ke klinik terdekat? Biasanya perawat akan mengukur suhu tubuh orang yang sakit dengan menggunakan termometer. Kenapa termometer dapat mengukur suhu tubuh kita? Kemudian pada saat Ananda menyetrika pakaian, setrika akan otomatis mati apabila suhunya sudah tinggi. Pada saat Ananda membuat secangkir kopi

panas untuk Ayah, Ayah Ananda biasanya akan menunggu suhu kopi tersebut turun hingga dapat diminum. Kemudian saat Ananda membeli minuman dingin lambat laun minuman tersebut menjadi tidak dingin. Bagaimana secangkir kopi panas dapat menurun, sedangkan suhu minuman dingin menjadi tidak dingin lagi?



Gambar 4.1. Di tempat yang sama kopi panas yang terus berkurang suhunya dan air teh dingin yang terus naik suhunya.

Sumber: suara.com, dewiku.com

Agar Ananda mudah untuk mempelajarinya, modul ini dibagi menjadi 3 kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 akan menjelaskan tentang suhu dan pemuaian. Kegiatan belajar 2 menjelaskan Kalor dan Pengaruhnya. Kegiatan belajar 3 mengenai perpindahan kalor dan penerapannya dalam menjaga kestabilan suhu tubuh.

Pada setiap kegiatan belajar terdiri dari uraian materi dengan berbagai aktivitas, rangkuman, dan soal latihan yang dapat Ananda pelajari secara mandiri. Selain itu, diakhir bagian modul ada Tes Akhir Modul (TAM) untuk mengukur ketercapaian pemahaman Ananda terhadap materi modul. Waktu untuk mempelajari modul ini 8 x 40 menit. Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Ananda akan dapat mengklasifikasikan suatu zat dan campuran, mengidentifikasi sifat-sifat fisika dan kimia suatu zat, mengidentifikasi larutan asam dan basa, serta memahami perubahan fisika atau perubahan kimia yang terjadi pada zat tersebut.

Sebelum belajar jangan lupa Ananda berdoa terlebih dahulu dan tetap semangat!

B. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

- Kompetensi Inti : 3. Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.
4. Mencoba, mengolah dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.
- Kompetensi Dasar : 3.4. Menganalisis konsep suhu, pemuatan, kalor, perpindahan kalor, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk mekanisme menjaga kestabilan suhu tubuh pada manusia dan hewan.
- 4.4. Melakukan percobaan untuk menyelidiki pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud benda serta perpindahan kalor.

C. Petunjuk Belajar

Sebelum Ananda menggunakan Modul 4 ini terlebih dahulu Ananda baca petunjuk mempelajari modul berikut ini:

1. Pelajarilah modul ini dengan baik. Mulailah mempelajari materi pelajaran yang ada dalam Modul 4 di setiap kegiatan pembelajaran hingga Ananda dapat menguasainya dengan baik;
2. Lengkapilah setiap bagian aktivitas dan tugas yang terdapat dalam modul ini dengan semangat dan gembira. Jika mengalami kesulitan dalam melakukannya, catatlah kesulitan tersebut pada buku catatan Ananda untuk dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung;

3. Lengkapi dan pahamiilah setiap bagian dalam rangkuman sebagai bagian dari tahapan penguasaan materi modul ini;
4. Kerjakan bagian Tes Formatif pada setiap bagian Kegiatan Belajar sebagai indikator penguasaan materi dan refleksi proses belajar Ananda pada setiap kegiatan belajar. Ikuti petunjuk pengerjaan dan evaluasi hasil pengerjaannya dengan seksama;
5. Jika Ananda telah menguasai seluruh bagian kompetensi pada setiap kegiatan belajar, lanjutkan dengan mengerjakan Tes Akhir Modul secara sendiri untuk kemudian dilaporkan kepada Bapak/Ibu Guru;
6. Gunakan Daftar Pustaka dan Glosarium yang disiapkan dalam modul ini untuk membantu mempermudah proses belajar Ananda.



Teruntuk Bapak/Ibu Orang Tua peserta didik, berkenan Bapak/Ibu dapat meluangkan waktunya untuk mendengarkan dan menampung serta membantu memecahkan permasalahan belajar yang dialami oleh Ananda peserta didik. Jika permasalahan belajar tersebut belum dapat diselesaikan, arahkanlah Ananda peserta didik untuk mencatatkannya dalam buku catatan mereka untuk didiskusikan bersama teman maupun Bapak/Ibu Guru mereka saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.

Teruntuk Bapak/Ibu Guru, modul ini disusun dengan orientasi aktivitas peserta didik dan setiap modul dirancang untuk dapat mencakup satu atau lebih pasangan kompetensi-kompetensi dasar yang terdapat pada kompetensi inti 3 (pengetahuan) dan kompetensi inti

4 (keterampilan). Setiap peserta didik diarahkan untuk dapat mempelajari modul ini secara mandiri, namun demikian mereka juga diharapkan dapat menuliskan setiap permasalahan pembelajaran yang ditemuinya saat mempelajari modul ini dalam buku catatan mereka. Berkenaan dengan permasalahan-permasalahan tersebut, diharapkan Bapak/Ibu Guru dapat membahasnya dalam jadwal kegiatan pembelajaran yang telah dirancang sehingga Ananda peserta didik dapat memahami kompetensi-kompetensi yang disiapkan dengan tuntas.



KEGIATAN BELAJAR 1

Suhu DAN Pemuaian

A. Indikator Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pembelajaran kegiatan belajar 1 ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menjelaskan konsep suhu;
2. Menjelaskan konsep kalor;
3. Menjelaskan pengaruh suhu terhadap pemuaian benda;
4. Menganalisis pengaruh suhu terhadap pemuaian benda;
5. Menerapkan konsep pemuaian benda dalam kehidupan sehari-hari.

B. Aktivitas Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi pembelajaran yang diuraikan pada Kegiatan Belajar 1 ini, Ananda diharapkan dapat menguasai mengenai perbedaan suhu dan kalor, pengaruh suhu terhadap pemuaian serta penerapan konsep pemuaian pada kehidupan sehari-hari! Satu hal yang penting untuk Ananda lakukan dalam mempelajari modul ini adalah membuat catatan-catatan tentang materi pembelajaran yang belum ataupun sulit Ananda pahami.

Dalam mempelajari materi pembelajaran yang disajikan pada Kegiatan Belajar 1 ini, Ananda akan menjumpai soal-soal latihan. Ananda baru diperkenankan untuk mempelajari materi pembelajaran yang diuraikan pada Kegiatan Belajar 2 setelah berhasil mengerjakan 75% soal-soal latihan yang terdapat pada Kegiatan Belajar 1 dengan benar. Jika setelah mengerjakan soal-soal latihan, Ananda belum berhasil menjawab 75% benar, jangan berkecil hati. Ananda pasti dapat menyelesaikan materi pembelajaran yang disajikan pada modul ini. **Selamat belajar!**

1. Suhu

Suhu adalah ukuran derajat panas dinginnya suatu benda. Pada saat demam, sebelum pergi ke klinik biasanya ibu Ananda menggunakan tangan untuk memastikan apakah suhu badan Ananda tinggi atau tidak. Tangan ternyata dapat digunakan untuk mengecek suhu badan Ananda. Jika ibu Ananda juga sedang sakit, apakah ibu Ananda dapat mengecek hal tersebut? Mari kita coba aktivitas berikut ini.

Aktivitas 1

Apakah Indra dapat digunakan sebagai Pengukur Suhu yang Handal?

Untuk memahami semua itu, siapkan 3 (tiga) buah ember atau bejana yang masing–masing diisi air hangat, air biasa, dan air es.

Petunjuk Keselamatan Kerja

Hati-hati dengan air panas, karena berbahaya.

Lakukan langkah-langkah berikut ini.

1. Letakkan ke tiga ember tersebut di lantai atau meja!
2. Celupkan tangan kanan Ananda di ember berisi air hangat dan tangan kiri Ananda di ember yang berisi air es! Rasakan tingkat panas air itu pada tangan Anda!
3. Setelah beberapa saat, segera celupkan kedua tangan Ananda ke ember yang berisi air biasa! Rasakan tingkat panas air itu pada tangan Ananda!
4. Ulangi kegiatan langkah nomor 2 dan 3.



Gambar 4.2. Apa yang Ananda rasakan?
Sumber: Dok. Kemdikbud

Setelah melakukan percobaan, jawablah beberapa pertanyaan berikut!

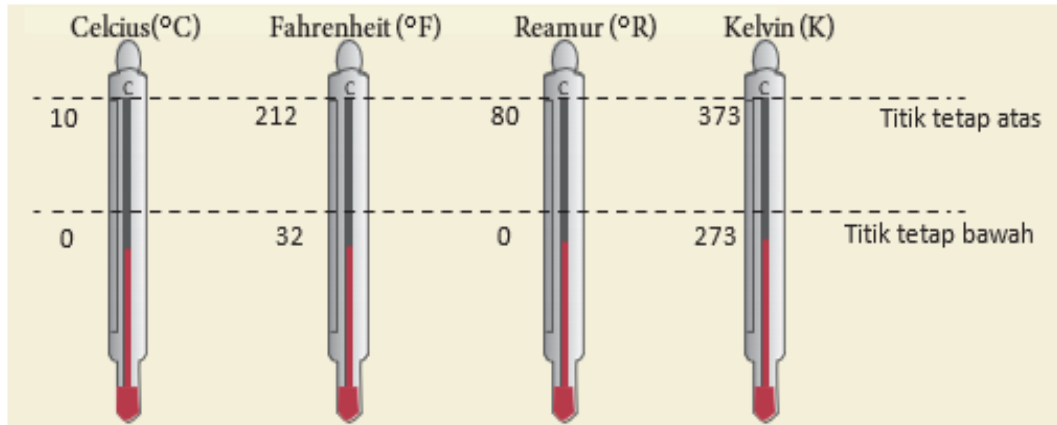
1. Bagaimanakah hasil pengindraan terhadap air biasa oleh tangan kanan dan tangan kiri Ananda?

2. Jika untuk benda yang sama, ternyata tingkat panas yang dirasakan berbeda antara tangan kanan dan tangan kiri Ananda. Apakah indra perasaan Ananda dapat diandalkan sebagai pengukur tingkat panas benda?

Suhu sebuah benda adalah tingkat (derajat) panas suatu benda. Benda yang panas mempunyai derajat panas lebih tinggi daripada benda yang dingin. Hasil kegiatan penyelidikan Ananda menunjukkan bahwa indra perasa memang dapat merasakan tingkat panas benda. Akan tetapi, indra perasa bukan pengukur tingkat panas yang andal. Benda yang tingkat panasnya sama dirasakan berbeda oleh tangan kanan dan kiri Ananda. Jadi, suhu benda yang diukur dengan indra perasa menghasilkan ukuran suhu yang tidak dapat dipakai sebagai acuan. Suhu harus diukur secara kuantitatif dengan alat ukur suhu yang disebut termometer.

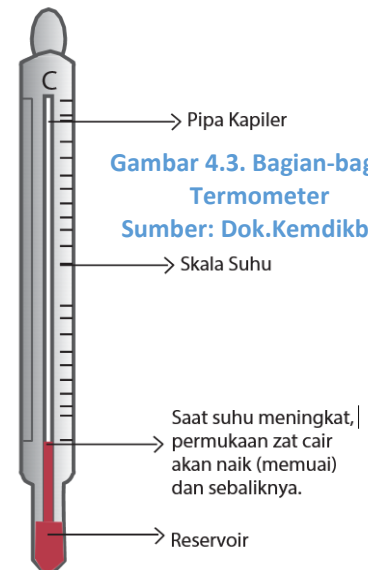
2. Pemuaian

Pada Modul 1 Ananda sudah mempelajari beberapa alat ukur diantaranya adalah termometer. Ananda pun sudah mempelajari bagaimana cara mengonversi termometer skala Celsius ke dalam skala lainnya. Pada dasarnya keempat termometer tersebut sama, hanya berbeda pada penomoran skala yang digunakan.



Gambar 4.3. Termometer berbagai skala
Sumber: Dok. Kemdikbud

Pada kegiatan belajar ini kita akan meninjau thermometer sebagai alat ukur suhu. Zat cair yang berada dalam pipa kapiler thermometer sangat sensitif dengan perubahan suhu. Saat suhu meningkat maka zat cair tersebut akan memuai dan saat suhu menurun maka zat cair tersebut akan menyusut. Dengan demikian kita dapat menggunakan sensitivitas pemuaian zat cair tersebut sebagai indikasi naik turunnya suhu lebih akurat dibandingkan menggunakan tangan. Seiring bertambahnya suhu maka pemuaian pada pipa kapiler semakin panjang yang biasa kita sebut pemuaian panjang. Jika memuai pada dua arah yang berlainan maka akan ada pemuaian luas dan pemuaian volume.



Gambar 4.4 : Bagian Termometer Sumber: Dok. Kemdikbud

a. Koefisien Muai

Semua zat akan memuai atau menyusut apabila mengalami perubahan suhu. Pemuaian pada setiap bahan berbeda – beda bergantung koefisien muai panjangnya. Koefisien muai panjang digunakan pada benda 1 dimensi misalnya pada pipa kapiler. “Semakin besar koefisien muainya, saat dipanaskan benda lebih mudah bertambah panjang. Saat didinginkan benda lebih mudah bertambah pendek”

Koefisien Muai Panjang

Pemuaian Panjang

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

Keterangan:

L_t = Panjang akhir (meter)

L_0 = Panjang awal (meter)

α = koefisien muai panjang ($m/^\circ C$)

ΔT = Perubahan suhu (suhu akhir – suhu awal).

Berikut ini adalah tabel beberapa koefisien muai panjang pada logam

Tabel 4.1.

Daftar Koefisien Muai Panjang Beberapa Logam

No	Nama Logam	Koefisien muai panjang ($m/^\circ C$)
1	Alumunium	0,000026
2	Kuningan	0,000019
3	Tembaga	0,000017
4	Besi	0,000012
5	Baja	0,000011

Ananda tidak perlu menghafalkan tabel koefisien muai panjang. Hal yang perlu Ananda pelajari adalah memahami mana logam yang paling mudah memuai dan menyusut saat dipanaskan dan mana logam yang sulit memuai ataupun menyusut saat didinginkan. Perhatikan contoh soal berikut ini.

Contoh Soal

Terdapat dua utas kawat masing-masing mempunyai panjang yang sama yaitu 100 meter, yang pertama berbahan besi yang kedua berbahan kuningan. Jika terjadi kenaikan suhu dari $25^\circ C$ menjadi $35^\circ C$. Tentukanlah!

1. Bahan kawat manakah yang memuai paling panjang?
2. Berapakah pertambahan panjang kedua kawat tersebut?

Jawab:

1. Berdasarkan tabel, koefisien muai besi adalah $0,000012 \text{ m/}^\circ\text{C}$ dan koefisien muai kuningan adalah $0,000019 \text{ m/}^\circ\text{C}$. Jika kedua kawat tersebut mengalami kenaikan suhu yang sama, maka bahan dengan koefisien muai tertinggi yang paling mudah memuai (maupun menyusut). Jadi Kuningan memuai paling panjang.

2. Pemuaian kawat besi : Kenaikan Suhu = 10°C

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

$$L_t = 100 + 0,000012(100)(10)$$

$$L_t = 100 + 0,000012(1000)$$

$$L_t = 100 + 0,012$$

$$L_t = 100,012 \text{ meter}$$

Pemuaian kawat kuningan: Kenaikan Suhu = 10°C

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

$$L_t = 100 + 0,000019(100)(10)$$

$$L_t = 100 + 0,000019(1000)$$

$$L_t = 100 + 0,019$$

$$L_t = 100,019 \text{ meter}$$

Koefisien muai luas (β) : koefisien muai luas digunakan pada benda 2 dimensi

$$\beta = 2\alpha$$

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

Keterangan: A = luas

Koefisien muai ruang (γ): koefisien muai ruang digunakan pada benda 3 dimensi.

$$\gamma = 3\alpha$$

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

Keterangan: V = volume

Tidak berbeda dengan peristiwa penyusutan, jika suhu menurun maka pada bahan yang memiliki koefisien muai panjang tertinggi akan menyusut lebih besar. Pemuaian dan penyusutan sangat penting untuk diperhatikan terutama pada seorang ahli yang membuat jendela, pemasangan kabel listrik, juga pada pemasangan rel kereta api. Untuk lebih jelasnya mari Ananda kerjakan tugas terstruktur 1 berikut:

C. Tugas

Sebuah kawat kuningin 200 meter dengan panjang diikatkan pada tiang pada saat sore menjelang malam dengan pemasangan yang pas (tidak kendur) seperti pada gambar berikut:



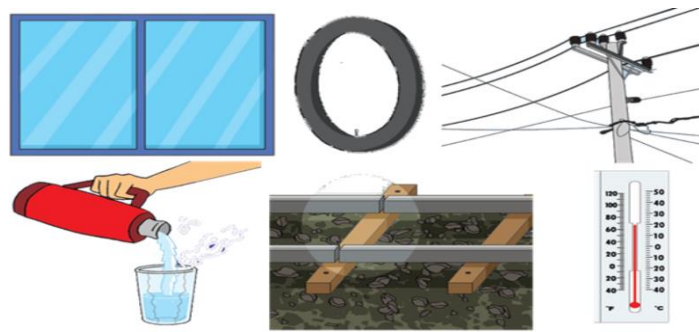
1. Jika suhu saat malam menurun tajam 10°C , berapakah penyusutan yang terjadi dan panjang akhir kawat saat menyusut? (koefisien muai panjang kuningin: $0,000019 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$)

2. Apa yang akan terjadi pada kawat yang dipasang ditiang tersebut

3. Menurut Ananda, bagaimana sebaiknya pemasangan kabel listrik di perumahan sekitar agar aman dan selamat?

Sekarang Ananda sudah memahami bahwa dalam pemasangan kabel listrik harus diatur sedemikian rupa sehingga kabel tidak putus dan menyebabkan arus pendek dengan kabel lainnya sehingga dapat menimbulkan kebakaran. Mari Ananda lihat beberapa contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari

Beberapa Contoh Penerapan Pemuaian di Lingkungan Sekitar

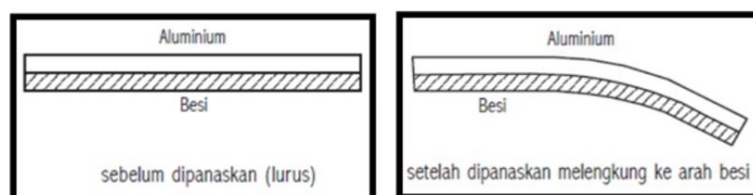


Gambar 4.4. Penerapan Pemuaian Panjang di Lingkungan Sekitar
Sumber: mikirbae.com

1. Gelas yang pecah akibat diberikan air panas secara mendadak, dikarenakan perbedaan pemuaian pada bagian gelas yang terkena air panas dan yang tidak terkena air panas secara mendadak menimbulkan retakan;
2. Sambungan rel kereta api dipasang jarang, agar pada siang hari sambungan rel tidak beradu;
3. Kabel pada tiang listrik dipasang kendur, agar pada malam hari saat terjadi penyusutan kabel tidak menjadi tegang dan putus;
4. Balon menjadi mengembang akibat pemuaian gas;
5. Ruang muai pada kaca, agar pada siang hari saat kaca memuai tidak membentur kayu jendela.

b. Pemanfaatan Pemuaian Pada Keping Bimetal

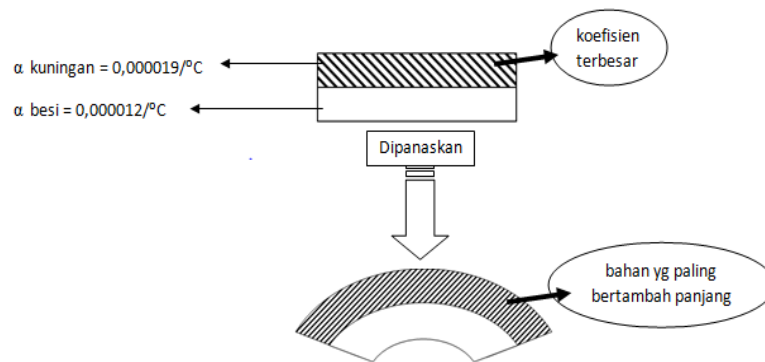
Penerapan konsep pemuaian ini dimanfaatkan untuk melakukan tindakan otomatis pada beberapa perlengkapan yang terkait dengan suhu. Misalnya setrika dan alarm kebakaran. Kedua benda tersebut terdapat keping bimetal. Keping bimetal terdiri dari dua logam berbeda jenis yang diikat satu sama lain. Saat terjadi perubahan suhu salah satu keping akan memuai/menyusut lebih besar dibandingkan keping lainnya. Sehingga keping bimetal tersebut melengkung.



Gambar 4.5. Keping Bimetal
Sumber: yuniarekasari.com

Gambar 7 menunjukkan bahwa pemuaian terjadi lebih besar pada aluminium sehingga aluminium menjadi lebih panjang akibat kenaikan suhu. Sehingga keping bimetal melengkung ke arah bawah. Untuk mengetahui kemana arah bimetal melengkung, yang harus kita perhatikan adalah nilai koefisien muainya. Lalu perhatikan langkah berikut :

- 1) Tentukan koefisien muai terbesar diantara kedua bahan bimetal,
- 2) Setelah diketahui bahan yang memiliki koefisien muai terbesar, jadikan bahan tersebut menjadi patokan. ada dua kemungkinan.
 - a) jika dipanaskan : bahan dengan koefisien terbesar adalah bahan yang paling bertambah panjang.
 - b) jika didinginkan : bahan dengan koefisien terkecil adalah bahan yang paling bertambah pendek.



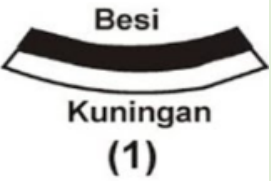
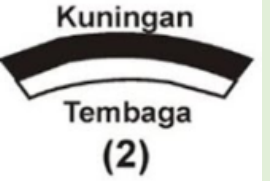

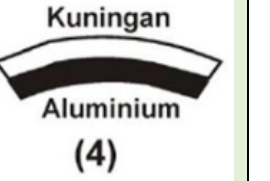
Gambar 4.6. Menentukan Arah Lengkung Keping Bimetal
Sumber: Dok. Pribadi

Tugas Terstruktur

Terdapat 3 pasang keping bimetal, **mula-mula semua keping bimetal tersebut ada dalam posisi lurus**. Setelah terjadi perubahan suhu semua keping bimetal menjadi melengkung seperti yang ditunjukkan pada gambar, tentukan apa yang telah terjadi pada keping bimetal tersebut?

(Akibat kenaikan suhu atau penurunan suhu? Pilihlah salah satu jawaban yang benar)

Logam	Koefisien muai panjang
Aluminium	0,000026
Kuningan	0,000019
Besi	0,000012
Tembaga	0,000017

Keping Bimetal (1)	Keping Bimetal (2)	Keping Bimetal (3)	Keping Bimetal (4)
 <p>Besi Kuningan (1)</p>	 <p>Kuningan Tembaga (2)</p>	 <p>Aluminium Besi (3)</p>	 <p>Kuningan Aluminium (4)</p>
Penyebab:	Penyebab:	Penyebab:	Penyebab:
Suhu Naik/ Suhu turun	Suhu Naik/ Suhu turun	Suhu Naik/ Suhu turun (contoh)	Suhu Naik/ Suhu turun

D. Rangkuman



Selamat, Ananda telah berhasil menyelesaikan materi pelajaran pada Kegiatan Belajar 1. Nah, untuk lebih memantapkan pemahamanmu, lengkapilah rangkuman berikut sesuai dengan materi yang telah dibahas pada uraian materi Kegiatan Belajar 1 berikut ini:

1. **Suhu** adalah ukuran derajat _____ suatu benda.
2. Mengukur suhu tubuh menggunakan tangan _____ akurat.
3. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dinamakan _____.
4. Raksa atau alkohol yang mengisi termometer pada suhu tinggi akan _____ memenuhi pipa kapiler.
5. Logam akan memuai menjadi lebih panjang jika koefisien muainya lebih _____ dari logam lainnya saat suhu meningkat.
6. Kabel tiang listrik harus dipasang _____ pada siang hari, agar tidak putus saat malam.
7. Barang sehari-hari yang menggunakan prinsip kerja **bimetal** adalah _____ dan _____.

TES FORMATIF



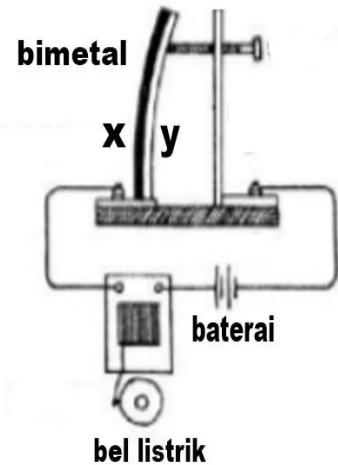
Petunjuk Tes Formatif

Untuk mengetahui apakah Anda telah menguasai materi pelajaran pada Modul 4 ini, kerjakan tugas yang disediakan, Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Pemuaian disebabkan karena
 - A. penurunan suhu
 - B. peningkatan suhu
 - C. peningkatan koefisien muai
 - D. penurunan koefisien muai
2. Logam yang memiliki koefisien muai paling tinggi saat didinginkan akan mengalami ... dibandingkan logam lainnya.
 - A. penambahan panjang lebih banyak
 - B. penambahan panjang lebih sedikit
 - C. penyusutan panjang paling banyak
 - D. penyusutan panjang paling sedikit
3. Logam tembaga sepanjang 200 m mengalami pemuaian dikarenakan terjadi perubahan suhu sebesar 30°C . Jika besar koefisien muai kuningan = $0,000017 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$ maka penambahan panjangnya adalah
 - A. 5.1 cm
 - B. 6.2 cm
 - C. 8.1 cm
 - D. 10.2 cm

4. Perhatikan gambar penampang bel listrik berikut ini!

Bel listrik yang ditunjukkan seperti gambar di samping menerapkan prinsip kerja bimetal. Bimetal terdiri dari logam x dan logam y, jika pada awalnya keping bimetal tersebut lurus kemudian suhu meningkat sehingga bel berbunyi. Maka dapat disimpulkan bahwa koefisien muai



- A. logam x lebih besar daripada logam y
- B. logam x dan logam y sama besar
- C. logam x lebih kecil daripada logam y
- D. logam x dan logam y sama kecil

5. Berikut ini masalah yang ditimbulkan oleh pemuaian adalah

- A. ruang muai pada kaca dipersiapkan
- B. celah pada sambungan rel kereta api dipersiapkan
- C. sambungan kabel dipasang kencang pada siang hari
- D. gelas yang dimasukan air hangat

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif

1. Setelah Ananda selesai mengerjakan Tes Formatif Kegiatan Belajar 1 ini, silahkan cocokkan jawaban Ananda dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul 4 ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat Ananda capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang Ananda peroleh kurang dari 75 (*disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan*), Ananda harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catatkan pada buku catatan Ananda bagian mana saja yang masih belum Ananda pahami untuk kemudian Ananda dapat mendiskusikannya bersama

teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.

3. Jika tingkat penguasaan yang Ananda peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, Ananda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar selanjutnya



KEGIATAN BELAJAR 2

KALOR

A. Indikator Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pembelajaran kegiatan belajar 1 ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menjelaskan konsep kalor;
2. Menjelaskan pengaruh kalor;
3. Menentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu;
4. Menentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud zat;
5. Membaca grafik jumlah kalor terhadap kenaikan suhu.

B. Aktivitas Pembelajaran

Satu hal yang penting untuk Ananda lakukan dalam mempelajari modul ini adalah membuat catatan-catatan tentang materi pembelajaran yang belum ataupun sulit Ananda pahami. Manakala Ananda sudah yakin telah memahami materi pembelajaran yang diuraikan pada Kegiatan Belajar 2, kerjakanlah soal-soal latihan yang disediakan. Setelah selesai mengerjakan semua soal latihan, periksalah hasil pekerjaanmu dengan menggunakan Kunci Jawaban yang tersedia pada bagian akhir modul ini.

Ananda baru diperkenankan untuk mempelajari materi pembelajaran pada Kegiatan Belajar 3 setelah berhasil mengerjakan 75% soal-soal latihan yang terdapat pada Kegiatan Belajar 2 dengan benar. Jika belum tuntas cobalah pelajari kembali secara lebih cermat materi pembelajaran yang masih belum sepenuhnya Ananda pahami tersebut. Kemudian, kerjakan kembali soal-soal latihannya. **Selamat belajar!**

1. Kalor

Dalam kehidupan sehari-hari, Anda biasa mendengar istilah air panas, air hangat, dan air dingin. Ketiga macam air tersebut sebenarnya mengandung zat yang sama, yakni air, tetapi memiliki suhu yang berbeda. Jadi, suhu menyatakan derajat panas dan dinginnya zat. Perubahan suhu suatu zat berhubungan erat dengan kalor yang diterima atau dilepaskan oleh zat tersebut. Agar Anda lebih memahami lagi lakukan kegiatan pengamatan berikut.

Aktivitas 1

Siapkanlah 2 jenis minuman. Yang pertama secangkir kopi panas dan yang kedua adalah segelas air teh dingin. Hati-hati saat membuat kopi panas ya, Kegiatan ini cukup kita lakukan menggunakan indra perasa Anda saja. Kemudian jawablah pertanyaan berdasarkan hasil pengamatan Anda pada tabel yang disediakan.



Gambar 4.7. Perpindahan Panas (Kalor) pada secangkir kopi panas dan segelas teh dingin.

Jawablah Pertanyaan Berikut ini!

1. Bagaimanakah suhu awal secangkir kopi dan segelas teh yang Anda pegang!

2. Setelah di dibiarkan selama 15 menit pegang kembali, perubahan apa yang Anda rasakan?

3. Menurut Anda mengapa secangkir kopi menjadi dingin?

4. Mengapa segelas teh dingin menjadi tidak dingin?

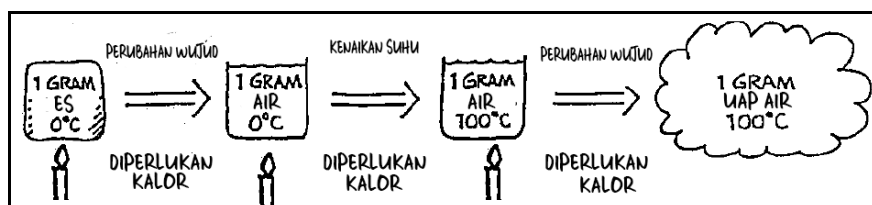
Perubahan suhu tersebut terjadi karena perpindahan energi. Teh dingin akan menjadi hangat jika mendapatkan energi panas dari lingkungan. Sedangkan kopi panas akan menjadi hangat atau bahkan dingin karena melepaskan energi panas dari dalam.

Perpindahan energi dalam bentuk panas ini terjadi karena perbedaan suhu.
Perpindahan energi dalam bentuk panas ini kita namakan **KALOR**.

Kalor secara alami berpindah dari suhu tinggi menuju suhu yang rendah hingga suhu satu sama lain setimbang (**Kesetimbangan Termal**).

2. Pengaruh Kalor

Untuk menaikkan suhu air Anda memerlukan panas dari kompor untuk meningkatkan suhunya. Jika Anda membiarkan pemanasan berlangsung cukup lama. Maka lambat laun air tersebut mendidih dan berubah wujud menjadi uap air.



Gambar 4.8. Peran Kalor untuk menaikkan suhu dan mengubah wujud zat
Sumber: Wessley Publishing Company

Sebagai catatan tambahan pada suhu lingkungan air sudah berubah wujud menjadi uap air secara spontan dan perlahan yang biasa disebut **evaporasi**.



Gambar 4.9. Bagan peran kalor

3. Kalor Untuk Menaikan Suhu

Semakin banyak kalor yang diberikan pada sistem tentunya suhu akan meningkat, namun terdapat beberapa hal yang mesti Anda pastikan terkait faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kenaikan suhu. Agar Anda lebih memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kenaikan suhu mari, mari Anda lakukan aktivitas berikut ini.

Aktivitas 2

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenaikan Suhu

1. Pengaruh massa zat terhadap kenaikan suhu

Untuk mengetahui pengaruh massa terhadap kenaikan suhu mari kita lakukan kegiatan berikut. Percobaan ini akan lebih efektif jika dilakukan 2-3 orang untuk pembagian tugas. Sebelum melakukan percobaan Anda wajib membaca dan memahami langkah kerja terlebih dahulu.

Alat dan Bahan yang diperlukan

1. 1 kompor
2. 1 buah Panci
3. 2 gelas kaca
4. 1 buah Termometer
5. 1 ember berisi air secukupnya
6. Pengukur waktu (jam tangan/stopwatch/jam dinding)

Langkah Kerja

1. Siapkan sebuah panci,
2. Ukurlah suhu air pada ember, catatlah pada tabel hasil pengamatan!
3. Masukkan segelas air kedalam panci kemudian simpan panci tersebut di atas kompor,
4. Nyalakan api kompor, bersamaan dengan dinyalakannya stopwatch (atau alat pengukur waktu lainnya) tentukan besar api yang sesuai!
5. Tunggu hingga 30 detik. Kemudian matikan kompor.!
6. Pindahkan air pada gelas yang tersedia!
7. Ukurlah suhu dengan menggunakan thermometer, kemudian catatlah pada tabel hasil pengamatan!

8. Biarkan termometer dan panci untuk sementara hingga suhunya kembali normal!
9. Lakukan langkah kerja nomor 3 untuk 3 gelas air kedalam panci! Kemudian lanjutkan hingga langkah kerja nomor 7! Ananda cukup memasukan air kedalam gelas kaca secukupnya tidak perlu memasukan seluruh air yang berada dalam panci tersebut)

Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Pemanasan Air
Waktu Pemanasan : 30 detik

	Segelas Air	Tiga Gelas Air
Suhu Awal		
Suhu Akhir		

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Kegiatan manakah yang suhunya paling sulit dinaikan?

2. Mengapa terdapat perbedaan kenaikan suhu pada segelas air dan tiga gelas air yang dipanaskan, meskipun kedua gelas tersebut sudah dipanaskan dengan waktu dan nyala api yang sama?

Kesimpulan

Lengkapilah kesimpulan berikut

Semakin besar massa benda maka semakin ... untuk dinaikan suhunya.

Selain dipengaruhi oleh jumlah kalor yang diberikan dan massa benda yang diberi kalor. Jenis bahan pun mempengaruhi kenaikan suhunya. Terdapat bahan yang sulit dinaikan suhunya, terdapat juga bahan yang mudah dinaikan suhunya. Faktor tersebut dinamakan kalor jenis. Kalor jenis juga diartikan sebagai kemampuan suatu benda untuk melepas atau menerima kalor. Masing-masing benda mempunyai kalor jenis yang berbeda-beda. Semakin tinggi kalor jenisnya maka kalor yang diperlukan untuk menaikkan air semakin besar

Misalnya menaikkan suhu air lebih sulit dengan menaikkan suhu minyak goreng dengan jumlah minyak dan pemberian panas yang sama). Minyak goreng memiliki kalor jenis lebih rendah dibandingkan air sehingga akan lebih mudah naik suhunya sehingga Ananda perlu berhati-hati saat memasak.

4. Kalor untuk Mengubah Suhu

Secara matematis kalor dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan:

Q = jumlah kalor yang diterima/dilepaskan (Joule)

m = massa (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg°C)

ΔT = kenaikan/penurunan suhu (°C), suhu akhir dikurangi suhu awal

5. Kalor untuk Mengubah Wujud Zat

Untuk mengubah wujud suatu zat diperlukan kalor, kalor ini dinamakan sesuai dengan perubahan wujudnya. Misalnya kalor lebur untuk mengubah wujud zat padat menjadi zat cair, kalor uap untuk mengubah wujud zat cair menjadi gas.

Secara matematis kalor dirumuskan sebagai berikut:

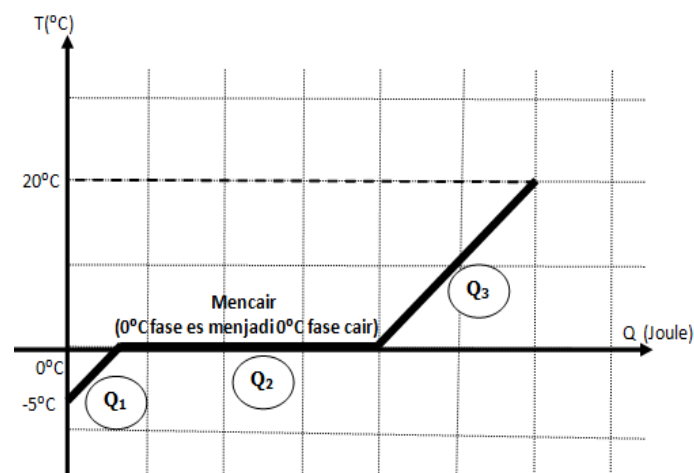
Kalor Lebur (L)

$$Q = m \cdot L$$

Kalor Uap (U)

$$Q = m \cdot U$$

Kesimpulannya jika sebuah es bersuhu -5°C dipanaskan sehingga berubah menjadi air bersuhu 30°C , artinya es tersebut telah menerima kalor sehingga es suhunya naik dari -5°C menjadi 0°C , kemudian es mencair dari 0°C dalam wujud es menjadi air bersuhu 0°C (wujudnya saja yang berubah), kemudian 0°C air naik menjadi 30°C . Perhatikan grafik di bawah ini:



Gambar 4.10. Grafik Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu

Jadi untuk mengetahui berapa jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah suhu es bersuhu -5°C menjadi air bersuhu 30°C , *perhitungan kalor perlu diuraikan* menjadi beberapa bagian.

Contoh Soal 1:

Berapa jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah 2 kg es bersuhu -5°C menjadi air bersuhu 30°C jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es 336.000 J/kg ?

Pembahasan:

1. buat sketsa grafik (seperti gambar di atas),
2. lalu analisis jumlah peristiwa berdasarkan yang ditanyakan soal (berdasarkan gambar ada 3 kalor)
3. kemudian hitung masing – masing kalor pada setiap tahap
4. terakhir, jumlahkan semua kalor yang terlibat sesuai yang ditanyakan soal.

Q₁ (mengubah suhu es)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 2 \cdot 2100 \cdot 5$$

$$Q = 21.000 \text{ Joule}$$

Q₂ (mengubah wujud dari es ke cair)

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 2 \cdot 336000$$

$$Q = 672.000 \text{ Joule}$$

Q₃ (mengubah suhu air)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 2 \cdot 4200 \cdot 5$$

$$Q = 42.000 \text{ Joule}$$

maka jumlah kalor total yang diperlukan adalah:

$$21.000 + 672.000 + 42.000 = 735.000 \text{ Joule}$$

Selain satuan Joule, Satuan untuk kalor yang sering digunakan adalah kalori.

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ Joule}$$

Contoh Soal 2

Jika kalor jenis es 2.100 J/kg°C, kalor jenis air 4.200 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg

1. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 0,5 kg air dari 10°C hingga 20°C

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,5 \cdot 4200 \cdot (20 - 10)$$

$$Q = 0,5 \cdot 4200 \cdot 10$$

$$Q = 21000 \text{ Joule}$$

$$Q = 21 \text{ kJ}$$

2. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah 1,5 kg es seluruhnya menjadi air?

Berapakah jumlah kalor yang diperlukan untuk mencairkan setengahnya?

Kalor yang diperlukan untuk mencairkan es seluruhnya:

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 1,5 \cdot 336000$$

$$Q = 504.000$$

$$Q = 504 \text{ kJ}$$

Kalor yang diperlukan untuk mencairkan es setengahnya:

$$Q = 504 \times \frac{50}{100}$$

$$Q = 252 \text{ kJ}$$

C. Uraian Materi

Agar lebih mudah memahami penentuan jumlah kalor. Ananda perlu mencoba tugas terstruktur berikut ini!

Jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es 336.000 J/kg

1. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg air dari 20°C hingga 45°C ?

2. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg es seluruhnya menjadi air?

3. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah es dari -10°C menjadi air bersuhu 20°C ?

D. Rangkuman



Selamat, Ananda telah berhasil menyelesaikan materi pelajaran pada Kegiatan Belajar 2. Nah, untuk lebih memantapkan pemahamanmu, lengkapilah rangkuman berikut sesuai dengan materi yang telah dibahas pada uraian materi Kegiatan Belajar 2 berikut ini:

1. **Kalor** adalah perpindahan energi dalam bentuk _____.
2. **Kalor** berpindah dari suhu yang _____ ke suhu yang _____.
3. **Kalor** menyebabkan kenaikan _____ dan _____ wujud zat.
4. Semakin besar massa benda, maka kalor yang diberikan untuk menaikkan suhu semakin _____.
5. Semakin besar kalor jenis benda maka semakin _____ untuk menaikkan suhunya.
6. **Kalor Lebur** adalah kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kilogram wujud zat _____ menjadi 1 kilogram zat cair.

TES FORMATIF



Petunjuk Tes Formatif

Untuk mengetahui apakah Anda telah menguasai materi pelajaran pada Modul 4 ini, kerjakan tugas yang disediakan, Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Saat tangan kita menyentuh air es, sensasi dingin yang dirasakan kulit kita menunjukkan
 - A. kalor berpindah dari es ke jari tangan
 - B. kalor berpindah dari es ke lingkungan
 - C. kalor berpindah dari jari tangan ke es
 - D. kalor berpindah dari lingkungan ke es

2. Berikut ini yang merupakan pengaruh kalor adalah
 - A. menaikkan suhu dan mengubah bentuk benda
 - B. menaikkan suhu dan mengubah wujud benda
 - C. menaikkan energi panas dan mengubah bentuk benda
 - D. menaikkan energi panas dan mengubah wujud benda

3. Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat cair yang mempunyai kalor jenis 300 J/Kg.K dari 20°C menjadi 30°C adalah....
 - A. 3000 Joule
 - B. 4000 Joule
 - C. 5000 Jule
 - D. 6000 Joule

4. Air bermassa 2 kilogram diberi kalor sebesar 8200 joule. Jika suhu awal air tersebut adalah 25 °C, maka suhu akhir air tersebut adalah
(kalor jenis air 4.200 J/kg°C)
- A. 26°C
B. 27°C
C. 28°C
D. 29°C
5. Jumlah kalor yang diperlukan untuk mencairkan 300 gram es bersuhu -5°C menjadi air bersuhu 10°C adalah
(kalor jenis es 2.100 J/kg°C, kalor jenis air 4.200 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg)
- A. 116.500 Joule
B. 11.650 Joule
C. 1.650 Joule
D. 1.165 Joule
-

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif

1. Setelah Ananda selesai mengerjakan Tes Formatif Kegiatan Belajar 2 ini, silahkan cocokkan jawaban Ananda dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul 4 ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat Ananda capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang Ananda peroleh kurang dari 75 (*disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan*), Ananda harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catatlah pada buku catatan Ananda bagian mana saja yang masih belum Ananda pahami untuk kemudian Ananda dapat mendiskusikannya bersama

teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.

3. Jika tingkat penguasaan yang Ananda peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, Ananda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar selanjutnya.



KEGIATAN BELAJAR 3

PERPINDAHAN KALOR SERTA
PENERAPANNYA DALAM MENJAGA
KESTABILAN SUHU TUBUH

A. Indikator Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pembelajaran kegiatan belajar 1 ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menjelaskan perpindahan kalor dengan cara konduksi;
2. Menjelaskan perpindahan kalor dengan cara konveksi;
3. Menjelaskan perpindahan kalor dengan cara radiasi;
4. Menerapkan konsep perpindahan kalor dalam menjaga kestabilan suhu tubuh.

B. Aktivitas Pembelajaran

Pelajarilah secara seksama materi pembelajaran yang diuraikan. Satu hal yang penting untuk Ananda lakukan dalam mempelajari modul ini adalah membuat catatan-catatan tentang materi pembelajaran yang belum ataupun sulit Ananda pahami.

Jika Ananda sudah yakin telah memahami materi pembelajaran yang diuraikan pada Kegiatan Belajar 3.

Ananda baru diperkenankan untuk mengerjakan soal-soal tes akhir modul setelah berhasil mengerjakan 75% soal-soal latihan yang terdapat pada Kegiatan Belajar 3 dengan benar. Jika setelah mengerjakan soal-soal latihan, Ananda belum berhasil menjawab 75% benar, jangan berkecil hati. Cobalah pelajari kembali secara lebih cermat. Kemudian, kerjakan kembali soal-soal latihannya, Ananda pasti dapat menyelesaikan materi pembelajaran yang disajikan pada modul ini. **Selamat belajar!**

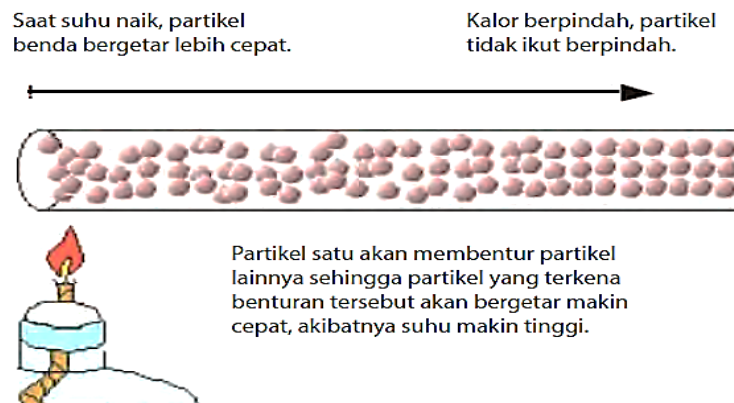
Perpindahan Kalor

1. Konduksi

Saat Anda menyetrika, setrika yang panas bersentuhan dengan kain yang Anda setrika. Kalor berpindah dari setrika ke kain. Perpindahan kalor seperti ini disebut konduksi. Perhatikan mekanisme perpindahan kalor secara konduksi pada gambar 4.12 dan gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.11. Contoh perpindahan konduksi Sumber: lifestyle.okezone.com



Gambar 4.12. proses perpindahan kalor secara konduksi Sumber: Dok. Kemdikbud

“Konduksi merupakan perpindahan panas melalui bahan tanpa disertai perpindahan partikel-partikel bahan tersebut.”

Aktivitas 1

Temukan sebatang kayu dan sebatang benda terbuat dari logam di sekitar tempat Anda. Celupkan batang kayu dan batang logam pada air panas. Pegang ujung kedua sendok itu. Catat apa yang Anda rasakan beberapa saat pada tempat yang disediakan.

Deskripsi Hasil Pengamatan

Berdasarkan pengamatan tersebut menurut Ananda apakah jenis bahan berpengaruh terhadap perpindahan kalor secara konduksi ?

Agar bisa mengetahui lebih jauh terkait konduktivitas bahan (daya hantar kalor secara konduksi) mari kita lakukan kegiatan berikut!

1. Siapkan sendok kayu, sendok logam, dan sendok plastik yang berukuran hampir sama. Tempelkan paku payung pada pegangan sendok-sendok tersebut dengan menggunakan mentega.
2. Berdirikan sendok-sendok tersebut pada gelas beker atau panci. Jika mentega meleleh, paku payung akan jatuh. Coba urutkan jatuhnya paku payung tersebut jika air panas dimasukkan ke dalam gelas beker.
3. Masukkan air panas ke dalam gelas beker tersebut. Amatilah urutan jatuhnya paku payung

Tulislah urutan jatuhnya paku payung tersebut.

hal tersebut terjadi karena _____

Berdasarkan data pengamatan Anda, jawab permasalahan dalam penyelidikan ini. Presentasikan hasil penyelidikan Anda.

Benda yang jenisnya berbeda memiliki kemampuan menghantarkan panas secara konduksi (konduktivitas) yang berbeda pula. Seperti yang sudah pernah dijelaskan pada modul 2. Terdapat bahan yang mampu menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor. Bahan yang menghantarkan panas dengan buruk disebut isolator. Seperti hasil percobaan Ananda, logam termasuk konduktor. Kayu dan plastik termasuk isolator.



Gambar 4.13. Bahan-bahan konduktor dan isolator panas

Sumber: Dok Kemdikbud

C. Tugas

Berbagai peralatan rumah tangga yang memanfaatkan sifat konduktivitas bahan.

Tugas Terstruktur 1

Panas kopi dapat bertahan cukup lama di gelas kaca karena gelas kaca merupakan isolator yang baik. Dapatkah Ananda memberikan ide bagaimana agar panas kopi tersebut bertahan lebih lama lagi?

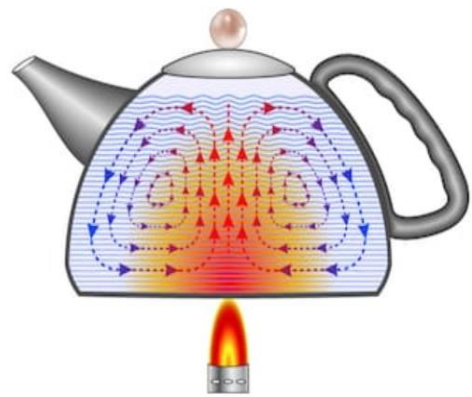


Gambar 4.14. Gelas kaca agar kopi tidak mudah dingin
Sumber: ajisena.blogspot.com

Jawaban

2. Konveksi

Air merupakan konduktor yang buruk. Namun, ketika air bagian bawah dipanaskan ternyata air bagian atas juga ikut panas. Berarti, ada cara perpindahan panas yang lain pada air tersebut, yaitu konveksi. Saat air bagian bawah mendapatkan kalor dari pemanas, partikel air memuai sehingga menjadi lebih ringan dan bergerak naik dan digantikan dengan partikel air dingin dari bagian atas. Dengan cara ini, panas dari air bagian bawah berpindah bersama aliran air menuju bagian atas. Proses ini disebut konveksi. Pola aliran air membentuk arus konveksi.

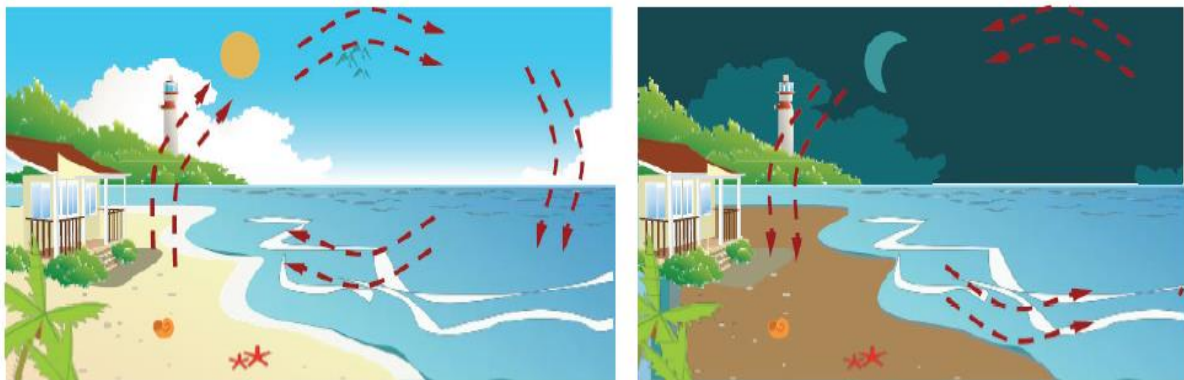


Gambar 4.15. Arus konveksi pada air yang dipanaskan
Sumber: Shutterstock.com

Konveksi adalah perpindahan kalor dari satu tempat ke tempat lain bersama dengan gerak partikel-partikel bendanya.

Proses terjadinya angin darat dan angin laut

Peristiwa terjadinya angin darat dan angin laut merupakan salah satu contoh peristiwa perpindahan kalor dengan cara konveksi. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan kalor jenis antara daratan dan lautan. Daratan memiliki kalor jenis yang lebih kecil dibandingkan lautan. Sehingga daratan lebih mudah panas di siang hari dan lebih mudah dingin pada saat malam hari. Agar lebih jelas Ananda dapat memperhatikan gambar 18 berikut ini.



Gambar 4.16. Peristiwa angin laut pada siang hari dan angin darat pada malam hari
Sumber : Dok. Kemdikbud

Pada siang hari daratan lebih cepat panas daripada lautan (kalor jenisnya kecil), udara di atas daratan ikut panas dan bergerak naik, digantikan oleh udara dari lautan. Dengan demikian, terjadilah angin laut. Sedangkan pada malam hari daratan lebih cepat mendingin daripada lautan, udara di atas lautan lebih hangat dan bergerak naik, digantikan oleh udara dari daratan. Dengan demikian, terjadilah angin darat.

Tugas Terstruktur 2

Lautan memiliki sumber bahan makanan yang bergizi bagi manusia. Kapankah waktu yang paling baik bagi seorang nelayan untuk mendapatkan ikan dengan bantuan arus laut saat hendak pergi melaut tanpa menggunakan mesin pendorong? Jelaskan!

(Jawablah pertanyaan ini berdasarkan informasi mengenai perpindahan kalor secara konveksi).



Gambar 4.17. Nelayan sedang menjaring ikan di laut
Sumber Tribunnews.com

Jawaban

Teknologi pemanfaatan konveksi

Konveksi dimanfaatkan pada berbagai peralatan. Elemen pemanas oven, pemanggang roti, magic jar, dan lain-lain. Elemen pemanas biasanya terletak di bagian bawah. Saat difungsikan, udara bagian bawah akan menjadi lebih panas dan bergerak naik, sedangkan udara bagian atas yang lebih dingin akan bergerak turun. Pada peralatan tertentu seperti pengering rambut (*hair dryer*), aliran konveksi dibantu (atau dipaksa) dengan menggunakan kipas.



Gambar 4.18. Pemanfaatan perpindahan kalor secara konveksi pada bidang teknologi (Oven dan Pengering Rambut)
Sumber: Dok. Kemdikbud

Radiasi

Saat Anda berjalan di tengah hari yang cerah. Anda merasakan panasnya matahari pada muka Anda. Bagaimana kalor dari matahari dapat sampai ke wajah? Bagaimana kalor dapat melalui jarak berjuta-juta kilometer dan melewati ruang hampa? Dalam ruang hampa tidak ada materi yang memindahkan kalor secara konduksi dan konveksi. Jadi, perpindahan kalor dari matahari sampai ke bumi dengan cara lain. Cara tersebut dinamakan radiasi



Gambar 4.19. Perpindahan kalor dengan cara radiasi melewati ruang hampa
Sumber: swaraguna.com

Radiasi adalah perpindahan panas yang dipancarkan oleh permukaan benda semesta-mata berdasarkan temperaturnya tanpa memerlukan perantara.

Tugas Terstruktur 3

Ananda dapat merasakan akibat radiasi kalor saat menghadapkan telapak tangan misalnya saat Ananda duduk di dekat api unggun udara merupakan konduktor buruk dan udara panas api unggun bergerak ke atas.



Gambar 4.20. Perpindahan kalor melalui radiasi. Sumber :alliancefr.com

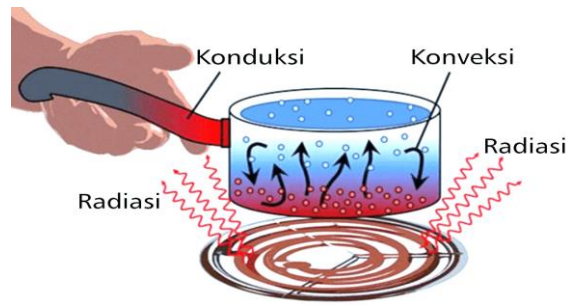
Namun, Ananda yang berada di samping api unggun dapat merasakan panas dikarenakan perpindahan kalor secara radiasi.

Dapatkah Ananda menyebutkan peristiwa lainnya yang menunjukkan perpindahan kalor dengan cara radiasi dalam kehidupan sehari-hari?

No.	Contoh Peristiwa Perpindahan Kalor Secara Radiasi
contoh	Merasakan hangat api unggun di malam hari saat berkemah
1.	...
2.	...
3.	...
4.	...
5.	...

Perpindahan Kalor dalam Kehidupan Sehari-Hari

Perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi, maupun radiasi dapat terjadi secara bersamaan. Misalnya saat Ananda memasak air seperti yang ditunjukkan gambar 23. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa terjadi 3 cara perpindahan kalor, saat api pada kompor dinyalakan radiasi muncul di sekitar pemanas, kemudian secara konveksi panas tersebut menaikkan suhu air hingga mendidih. Secara konduksi energi dalam bentuk panas berambat menuju pada pegangan alat memasak. Namun, karena pegangan alat memasak terbuat dari bahan yang sulit menghantarkan panas sehingga kita dapat memasak dengan aman.



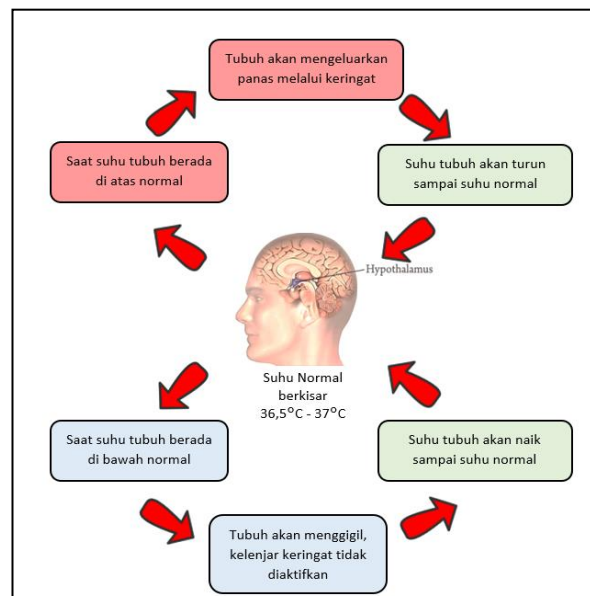
Gambar 4.21. Peristiwa perpindahan kalor saat memasak air
Sumber: researchgate.com

Mekanisme Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh

Suatu makhluk hidup perlu untuk mengatur suhu tubuh melalui proses yang dikenal sebagai termoregulasi. Termoregulasi adalah proses yang melibatkan mekanisme homeostatis yang mempertahankan suhu tubuh dalam kisaran normal. Homeostasis adalah proses dan mekanisme otomatis yang dilakukan makhluk hidup untuk mempertahankan kondisi konstan agar tubuhnya dapat berfungsi dengan normal, meskipun terjadi perubahan pada lingkungan di dalam atau di luar tubuh. Selain mekanisme otomatis, makhluk hidup juga melakukan adaptasi melalui tingkah laku dan bentuk tubuhnya agar dapat menjaga kestabilan suhu tubuhnya.

1. Mekanisme Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh

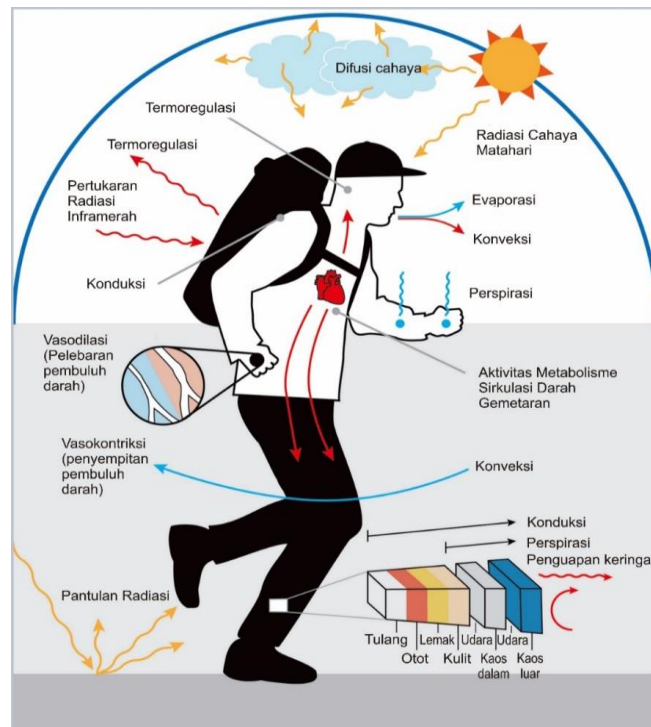
Untuk mempertahankan suhu tubuh manusia dalam keadaan konstan, diperlukan regulasi suhu tubuh. Suhu tubuh manusia diatur dengan mekanisme umpan balik (*feed back*) yang diperankan oleh pusat pengaturan suhu di hipotalamus. Apabila pusat temperatur hipotalamus mendeteksi suhu tubuh yang terlalu panas, tubuh akan melakukan mekanisme umpan balik. Mekanisme umpan balik ini terjadi bila suhu inti tubuh telah melewati batas



Gambar 4.22. Mekanisme kerja hipotalamus dalam menjaga kestabilan suhu tubuh.
Sumber: Dok. Pribadi

toleransi tubuh untuk mempertahankan suhu, yang disebut titik tetap (*set point*). Titik tetap tubuh dipertahankan agar suhu tubuh inti konstan pada 36,5°C hingga 37°C. Apabila suhu tubuh meningkat lebih dari titik tetap, hipotalamus akan merangsang untuk melakukan serangkaian mekanisme untuk mempertahankan suhu dengan cara menurunkan produksi panas dan meningkatkan pengeluaran panas sehingga suhu kembali normal.

Jika tubuh tidak melepaskan panas, maka suhu tubuh akan meningkat 1°C setiap jamnya. Panas tubuh dihasilkan dari metabolisme sel. Mengubah energi kimia dari makanan yang dicerna ke bentuk energi lain, terutama energi panas. Karena proses metabolisme tersebut berlangsung secara terus menerus, walaupun tidak konstan, tubuh harus melepaskan energi panas pada kecepatan tertentu agar tidak terjadi penumpukan panas yang menyebabkan peningkatan suhu, secara keseluruhan panas yang didapat dari metabolisme dan sumber-sumber lain harus setara dengan panas yang dilepas oleh permukaan tubuh. Tubuh merupakan mesin biologis yang sangat lengkap, untuk menjaga suhu tubuh pencipta menempatkan Hipotalamus yang berfungsi sebagai pengatur keseimbangan suhu tubuh.



Gambar 4.23. Termoregulasi pada manusia
Sumber: sekedarperawat.blogspot.co.id

2. Tingkah Laku Manusia dalam Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh

Pada saat Ananda beraktivitas, misalnya berolahraga akan terjadi peningkatan proses perubahan energi kimia makanan menjadi energi gerak. Proses ini menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu tubuh. Pada saat ini, mekanisme dalam tubuh Ananda memberi perintah agar tubuh berkeringat. Pada saat keringat itu menguap, proses penguapan keringat



Gambar 4.24. Berkeringat saat berolahraga untuk mengeluarkan panas tubuh.

Sumber: wordpress.com

memerlukan kalor. Kalor ini diambil dari kulit tubuhmu, sehingga tubuh Ananda yang memanas itu menjadi dingin, dan kembali ke suhu optimal. . Contoh lain perilaku yang manusia lakukan adalah mandi atau menggunakan mandi. Pada saat itu, mengapa Anda merasa nyaman jika dikipasi? Saat dikipasi, proses penguapan keringat itu terjadi lebih cepat, sehingga tubuhmu segera kembali ke suhu optimumnya



Gambar 4.25. Baju seragam berwarna terang agar tubuh tidak terlalu panas.
Sumber: kumparannews.blogspot.com

Pada konveksi, panas berpindah melalui aliran udara atau air. Misalnya dengan hembusan dari kipas angin maupun seperti pada saat mengendarai sepeda atau kendaraan dengan jendela terbuka. Itulah mengapa pada kondisi tersebut, kita cenderung merasa lebih dingin. Sementara itu, evaporasi berkaitan dengan keluarnya panas melalui penguapan keringat. Mengenakan pakaian yang longgar dan berwarna cerah ternyata lebih dingin dibandingkan dengan telanjang. Hal ini karena pada saat telanjang, semua panas yang mengenai kulit akan diserap semuanya. Sementara itu, pada pakaian yang berwarna cerah justru memantulkannya. Oleh karena itu, jika pakaian berwarna terang tersebut cukup longgar dan tipis untuk konveksi serta evaporasi terjadi, mengenakan pakaian tersebut akan lebih dingin dibandingkan telanjang.

Di iklim panas, manusia memiliki metode seperti mengeluarkan keringat pada manusia. Saat udara panas, sebaiknya Anda memakai baju terang dan mudah menyerap keringat serta banyak meminum air agar terhindar dari *heat stroke*. *Heat stroke*, yang juga dikenal dengan sengatan panas, adalah kondisi di mana tubuh mengalami peningkatan suhu secara drastis hingga mencapai 40 derajat Celcius, atau



Gambar 4.26. Manusia mengenakan selimut saat merasa dingin
Sumber : Dok. Kemdikbud

bahkan lebih. *Heat stroke* biasanya terjadi saat seseorang merasa sangat kepanasan akibat paparan sengatan matahari di luar batas toleransi tubuh. Saat udara dingin, makhluk hidup melakukan beberapa kegiatan untuk mendapatkan panas atau menjaga suhu tubuhnya agar tetap berada pada suhu normal. Berikut beberapa contoh kegiatan maupun tingkah laku yang dilakukan manusia dalam rangka meningkatkan suhu tubuhnya. Manusia berusaha mempertahankan suhu tubuh dengan berselimut atau menggunakan jaket. Selimut dan jaket terbuat dari serat yang bersifat isolator. Pada saat Anda kedinginan, Anda akan menggigil dan cepat merasa lapar.



Gambar 4.27. Tubuh menggigil, mengenakan jaket, dan makan saat kedinginan
Sumber:coach.nine.com.au

3. Tingkah Laku Hewan dalam Menjaga Kestabilan Suhu Tubuh

Selain pada manusia, hewan pun memiliki cara dan tingkahlaku yang unik dalam menjaga kestabilan suhu tubuh mereka. Penguin memiliki lapisan lemak yang tipis di bawah kulit. Lemak menjaga tubuh penguin tetap hangat. Makhluk hidup yang hidup di iklim dingin, seperti burung kutub, singa laut, memiliki struktur tubuh yang membantu mereka menahan suhu rendah dan menghemat panas tubuh. Struktur yang membantu mereka yaitu termasuk bulu, dan lemak tubuh. Beberapa binatang seperti tupai dan landak melakukan tidur panjang di musim dingin (hibernasi) atau terengah-engah dengan lidah yang menjulur pada anjing yang membantu mereka untuk mengeluarkan panas tubuh berlebih.



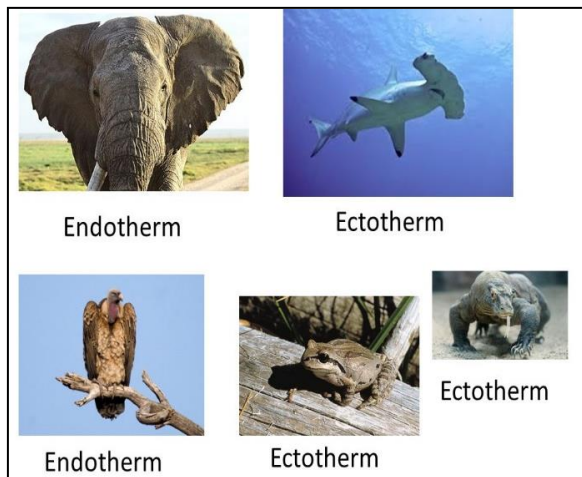
Gambar 4.28. Penguin
Sumber : id.wikipedia.org



Gambar 4.29: Anjing menjulurkan lidahnya untuk mengeluarkan panas dalam tubuh.
Sumber : bebaspedia.com

Pengaturan suhu tubuh hewan, semua jenis hewan memperoleh panas dari lingkungan dan melepaskannya kembali ke lingkungan, disamping mereka sendiri dapat menghasilkan panas sendiri dari dalam tubuhnya sebagai akibat aktivitas metabolismenya. Panas dari kedua asal dan peristiwa ini (dari luar dan dari dalam tubuh hewan tersebut) pada dasarnya merupakan sumber kemampuan untuk mengatur suhu tubuhnya, yang selanjutnya akan berakibat kepada perilaku metabolisme, perilaku gerak dan kelangsungan hewan tersebut. Berdasarkan karakteristik temperatur tubuh yang dihasilkan hewan dan dipengaruhi tidaknya suhu tubuh hewan oleh lingkungan, dikenal empat istilah mekanisme pengaturan suhu tubuh pada hewan sebagai berikut:

- Ectothermic**, hewan-hewan yang menyediakan suhu tubuhnya dari luar.
- Enothermic**, hewan-hewan yang menyediakan panas tubuh dari dalam tubuhnya sendiri.
- Homeothermic**, hewan-hewan yang suhu tubuhnya konstan (relatif tetap)
- Poikilothermic**, hewan-hewan yang suhu tubuhnya fluktuatif mengikuti suhu tubuhnya dan fluktuatif mengikuti suhu lingkungannya.



Gambar 4. 30. Mekanisme pengaturan suhu tubuh hewan Sumber: canacopegdl.com

ke



Gambar 4.31. Buaya, hewan berdarah dingin sedang mengatkan tubuhnya dengan bantuan radiasi matahari Sumber: zonaikan.com

Semua bangsa reptil termasuk dalam kelompok *ectothermic*, sedangkan ikan dilaut termasuk kedalam hewan yang *ectotherm-homoiterm*; panas tubuhnya berasal dari luar tubuhnya (dari lingkungannya) akan tetapi suhu tubuhnya konstan (tetap). Reptil adalah hewan *ektoterm-poikiloterm*

karena tubuh mereka sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, akan tetapi suhu tubuh reptil juga dipengaruhi oleh tingkah lakunya. Mereka akan berjemur di bawah sinar matahari untuk menghangatkan tubuhnya atau mencari tempat yang teduh untuk menghindari *overheating* (panas yang berlebih).

Beberapa hewan endoterm, seperti rubah kutub adalah jenis hewan di tempat dingin. Mereka melawan dingin dengan menggunakan isolasi/penyekatan yang disediakan oleh suatu bulu tebal. Ikan hiu adalah binatang air yang mengandalkan sebagian besar lemak untuk mengisolasi/menyekat tubuhnya dari pengaruh suhu luar ketika berada di dalam air. Manusia dan mamalia yang mamalia lain serta burung termasuk kedalam kelompok *endothermic*. Kelompok ini dapat memelihara suhu tubuh secara relatif konstan (tetap) terbebas dari pengaruh suhu/ temperatur lingkungan.

D. Rangkuman



Selamat, Ananda telah berhasil menyelesaikan materi pelajaran pada Kegiatan Belajar 3. Nah, untuk lebih memantapkan pemahamanmu, lengkapilah rangkuman berikut sesuai dengan materi yang telah dibahas pada uraian materi Kegiatan Belajar 3 berikut ini:

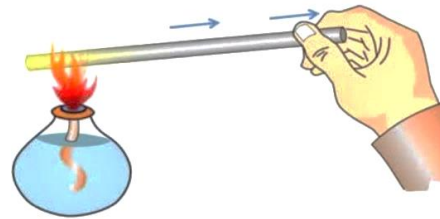
1. **Perpindahan Kalor** dapat dilakukan dengan cara _____, _____, dan _____.
2. Perpindahan kalor dengan cara **konduksi** terjadi tanpa adanya perpindahan _____.
3. Bahan yang sulit menghantarkan panas disebut _____.
4. Bahan yang baik menghantarkan panas disebut _____.
5. **Konveksi** adalah perpindahan kalor dari satu tempat ke tempat lain _____ dengan partikel-partikel bendanya.
6. Pada malam hari daratan memiliki suhu lebih _____ dibandingkan dengan di suhu air laut sehingga angin berhembus menuju lautan.
7. **Radiasi** merupakan perpindahan panas yang dipancarkan suatu benda tanpa memerlukan _____.

TES FORMATIF



1. Sebatang logam dipanaskan pada salah satu ujungnya, lambat laun ujung batang logam lainnya mulai terasa panas seperti yang ditunjukkan pada gambar. Peristiwa ini merupakan perpindahan kalor dengan cara

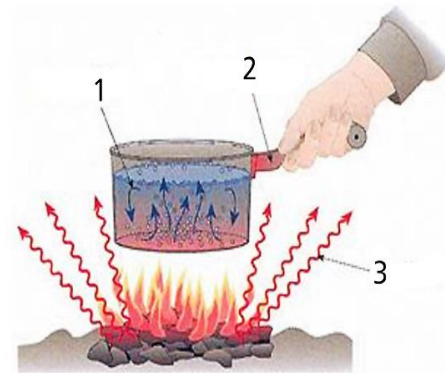
- A. konduksi
- B. konveksi
- C. kalibrasi
- D. radiasi



Simber: maslatip.com

2. Perpindahan kalor yang terjadi pada gambar seseorang yang sedang memasak air berdasarkan nomor yang ditujukan berturut-turut adalah

- A. konduksi, koveksi, dan radiasi
- B. konduksi, konveksi dan kalibrasi
- C. konveksi, konduksi, dan radiasi
- D. konveksi, konduksi, dan radiasi



3. Perpindahan kalor melalui zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikelnya disebut

- A. konveksi
- B. isolator
- C. konduksi
- D. radiasi

4. Berikut ini merupakan beberapa peristiwa perpindahan kalor!
- (a). Ikan asin menjadi kering ketika diletakan di atas genting rumah
 - (b). Asap cerobong pabrik yang bergerak naik
 - (c). Terjadinya angin darat dan angin laut
 - (d). Rasa panas saat memegang gelas yang berisi air panas
 - (e). Menjemur pakaian di luar rumah
 - (f). Seluruh permukaan wajan menjadi panas ketika digunakan memasak
 - (g). Petani mendapatkan garam dari laut

yang merupakan contoh peristiwa perpindahan kalor dengan cara radiasi adalah....

- A. (a), (b), dan (f)
 - B. (a), (e), dan (g)
 - C. (b), (c), dan (e)
 - D. (b), (d), dan (g)
5. Saat tubuh terasa panas bahkan demam, untuk menjaga keseimbangan suhu tubuh hal yang **tidak** boleh dilakukan adalah
- A. mengompres kepala dengan air hangat
 - B. banyak minum
 - C. cukup makan
 - D. mandi menggunakan air dingin

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif

1. Setelah Anda selesai mengerjakan Tes Formatif Kegiatan Belajar 3 ini, silahkan cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul 4 ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat Anda capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang Ananda peroleh kurang dari 75 (*disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan*), Ananda harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catatkan pada buku catatan Ananda bagian mana saja yang masih belum Ananda pahami untuk kemudian Ananda dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang Ananda peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, Ananda dapat melanjutkan ke Tes Akhir Modul.

TES AKHIR MODUL

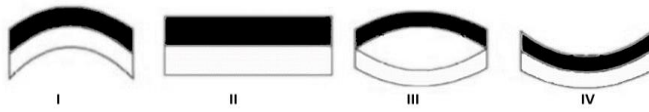
Petunjuk Mengerjakan Tes Akhir Modul

1. Bacalah keseluruhan soal Tes Akhir Modul (TAM) berikut ini terlebih dahulu sebelum Ananda mulai mengerjakannya satu demi satu. Sewaktu membaca, berilah tanda pada soal-soal tertentu yang menurut Ananda lebih mudah untuk menjawabnya;
2. Mulailah menjawab soal-soal yang lebih mudah menurut Ananda;
3. Berilah tanda silang pada huruf di depan pilihan jawaban yang menurutmu benar;
4. Kembangkanlah rasa percaya dirimu dan usahakanlah berkonsentrasi penuh mengerjakan semua soal TAM;
5. Selamat mengerjakan soal TAM!

Butir-butir Soal Tes Akhir Modul

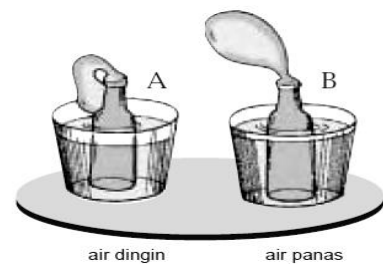
1. Berikut ini yang merupakan peristiwa pemuain adalah
 - A. jemuran mengering terkena sinar matahari
 - B. raksa dalam termometer yang naik turun mengikuti suhu sekitar
 - C. air yang membeku menjadi es terlihat menjadi lebih besar
 - D. kembang api yang dibakar pada saat perayaan
2. Saat minyak goreng dan air dalam jumlah yang sama dimasukan dalam wajan yang berbeda, kemudian dipanaskan, ternyata permukaan zat cair minyak goreng lebih tinggi daripada permukaan air. Hal ini disebabkan
 - A. koefisien muai volume minyak goreng lebih kecil dari pada air
 - B. koefisien muai volume minyak goreng lebih besar dari pada air
 - C. koefisien muai panjang minyak goreng lebih kecil dari pada air
 - D. koefisien muai panjang minyak goreng lebih besar dari pada air

3. Perhatikan gambar bagan berikut ini!



Keping bimetal terdiri dari keping berwarna hitam memiliki koefisien muai panjang yang $0,000019/^{\circ}\text{C}$ dan keping bimetal berwarna putih memiliki koefisien muai panjang $0,000017/^{\circ}\text{C}$ dipanaskan sehingga setiap bagian dari keping tersebut mengalami pemuaian. Gambar keping bimetal yang tepat setelah dipanaskan ditunjukkan pada nomor

- A. I
B. II
C. III
D. IV
4. Syahrul sedang melakukan percobaan, ia memasang masing-masing sebuah balon pada 2 botol kaca seperti pada gambar. kemudian dimasukan kedalam air dingin dan yang lainnya pada air panas.



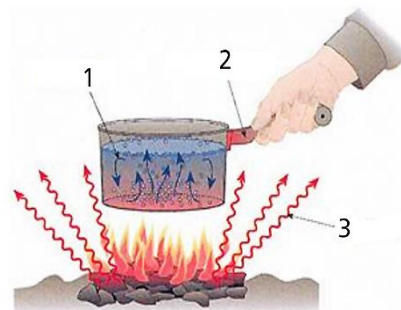
Hasil pengamatan Syahrul menunjukan bahwa balon B lebih mengembang dibandingkan dengan balon A. Hal tersebut dikarenakan

- A. udara dalam botol A bertambah banyak sehingga lebih berat dan turun ke bawah.
B. pada botol B air berubah wujud menjadi uap kemudian masuk ke dalam mengembangkan
C. air yang berada di luar dinding botol A bergerak lambat dikarenakan mengambil panas dari dalam botol
D. udara pada botol B memuai sehingga bergerak lebih cepat karena pengaruh panas dari air di luar dinding botol
5. Saat tangan kita menyentuh es. Sensasi dingin yang dirasakan oleh kulit merupakan gambaran saat

- A. tubuh mendapatkan energi dingin dari es
 - B. tubuh kehilangan panas karena berpindah menuju es
 - C. tubuh mendapatkan panas dari es
 - D. tubuh kehilangan energi dingin karena berpindah menuju es
6. Lukman memasukan sebuah bola besi panas pada wadah berisi air dingin, hal yang terjadi adalah
- A. bola besi menjadi dingin seperti air dalam wadah
 - B. air dalam wadah menjadi panas seperti bola besi
 - C. bola besi turun suhunya, air dalam wadah naik suhunya hingga keduanya memiliki suhu yang sama
 - D. bola besi perlahan-lahan mendingin hingga memiliki suhu yang sama dengan air dalam wadah
7. Berikut ini masalah yang dapat ditimbulkan oleh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari yaitu
- A. kabel listrik yang selalu terkena sinar matahari di siang hari
 - B. pemasangan kaca jendela dengan ukuran yang pas sesuai dengan panjang, lebar dan tebal kaca
 - C. pemasangan celah kosong pada sambungan rel kereta api.
 - D. menuangkan air panas pada gelas kaca yang sudah tersimpan sendok logam didalamnya
8. Kalor berpindah dari
- A. benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi
 - B. benda bersuhu rendah ke lingkungan
 - C. benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah
 - D. benda bersuhu tinggi ke lingkungan

9. Benda saat diberi kalor akan mengalami
- A. perubahan wujud dan kenaikan suhu
 - B. perubahan bentuk dan perubahan arah gerak
 - C. kenaikan suhu dan perubahan bentuk
 - D. kenaikan suhu dan perubahan arah gerak
10. Air ($c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$) bermassa 1 kg bersuhu 10°C dipanaskan sebesar 8400 Joule, suhu akhir air tersebut menjadi
- A. 9°C
 - B. 10°C
 - C. 11°C
 - D. 12°C
11. Air ($c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$) bermassa 2 kg bersuhu 20°C dipanaskan sebesar 8400 Joule, suhu akhir air tersebut menjadi
- A. 18°C
 - B. 20°C
 - C. 21°C
 - D. 22°C
12. Jika kalor lebur es 336.000 J/kg , maka jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 2 kg es seluruhnya menjadi air adalah
- A. 168 kJ
 - B. 336 kJ
 - C. 504 kJ
 - D. 672 kJ
13. Jika kalor lebur es 336.000 J/kg , karena terkena panas es bermassa 2 kg telah menjadi air sebanyak 20%. Jumlah kalor yang diterima es tersebut adalah
- A. 134,4 kJ
 - B. 268,8 kJ
 - C. 336,0 kJ
 - D. 403,2 kJ

14. Suatu balok besi yang bermassa 2kg dipanaskan 24°C menjadi 40°C memerlukan kalor sebesar 14.400 J. Kalor jenis balok besi tersebut adalah
- A. $250 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
 - B. $400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
 - C. $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
 - D. $600 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
15. Banyaknya kalor yang harus diberikan pada 500 gram es supaya suhunya naik dari -10°C menjadi 40°C adalah
(kalor jenis es = 2.100 J kg^{-1} , kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$)
- A. 262.500 J
 - B. 252.000 J
 - C. 178.500 J
 - D. 94.500 J
16. Zat yang memiliki daya hantar kalor yang baik disebut
- A. isolator
 - B. transistor
 - C. konduktor
 - D. resistor
17. Cara perpindahan kalor yang ditunjukkan oleh nomor 2 adalah
- A. konduksi
 - B. konveksi
 - C. kalibrasi
 - D. radiasi



18. Salah satu kegiatan kemah PERJUSA adalah kegiatan menyalakan api unggun agar memberikan rasa hangat di malam hari sehingga acara semakin meriah. Peristiwa perpindahan kalor pada kegiatan tersebut dilakukan dengan cara
- A. radiasi
 - B. konduksi
 - C. konveksi
 - D. induksi
19. Tingkah laku pada manusia disaat kedinginan adalah
- A. badan menggigil, menggunakan baju hangat, dan mudah kenyang
 - B. badan berkeringat dingin, menggunakan baju hangat, dan mudah kenyang
 - C. badan menggigil, menggunakan baju hangat, dan mudah merasa lapar
 - D. badan berkeringat dingin, menggunakan baju hangat, dan mudah kenyang
20. Buaya membuka mulutnya di pinggir sungai bermaksud untuk
- A. mengeluarkan panas dalam tubuh, karena buaya adalah hewan berdarah panas
 - B. mengeluarkan panas dalam tubuh, karena buaya adalah hewan berdarah dingin
 - C. mendapatkan panas untuk tubuh, karena buaya adalah hewan berdarah panas
 - D. mendapatkan panas untuk tubuh, karena buaya adalah hewan berdarah dingin

LAMPIRAN

GLOSARIUM

Bimetal	: Dua keping logam yang sudah dipasangkan kuat melalui proses pengelingan.
Hipotalamus	: Bagian dari otak yang mengeluarkan suatu zat yang diperlukan tubuh untuk mengendalikan sistem tubuh dengan stabil.
Kalor	: Perpindahan energi dalam bentuk panas. Kalor berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah hingga kedua sistem tersebut mencapai kesimbangan termal.
Koefisien muai	: Nilai tetap suatu bahan saat terjadi pemuaian, semakin tinggi koefisien pemuaian semakin mudah bahan tersebut memuai maupun menyusut.
Konduksi	: Perpindahan kalor dengan kontak fisik, kalor berpindah melalui bahan tanpa disertai perpindahan partikel-partikel tersebut.
Konveksi	: Perpindahan kalor melalui bahan dengan disertai perpindahan partikel-partikel tersebut.
Pemuaian	: Pertambahan panjang/luas/volume akibat kenaikan suhu.
Penyusutan	: Berkurangnya panjang/luas/volume akibat penurunan suhu, namun jumlah partikel dalam bahan tersebut tetap.
Radiasi	: Perpindahan kalor melalui pancaran tanpa memerlukan perantara.
Suhu	: Derajat panas dan dingin suatu benda.

KUNCI JAWABAN

Kunci Jawaban Tugas

Kegiatan Belajar 1

Tugas 1

4. Dik: $L_0 = 200 \text{ m}$

$$\alpha = 0,000019 \text{ m/}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = -10^\circ\text{C}$$

Dit: $L_t = \dots?$

Jawab:

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

$$L_t = 200 + 0,000019(200)(-10)$$



$$L_t = 200 + 0,000019(-2000)$$

$$L_t = 200 - 0,038$$

$$L_t = 199,962 \text{ meter}$$

5. Kawat akan semakin tertarik atau mengencang (memendek) sedikit
6. Kabel listrik tersebut seharusnya dipasang sedikit agak melonggar (agak menjuntai) untuk mengantisipasi kondisi “pemendekan” yang terjadi saat suhu menurun, sehingga terhindar dari putus.

Tugas 2

Keping Bimetal (1)	Keping Bimetal (2)	Keping Bimetal (3)	Keping Bimetal (4)
 <p style="text-align: center;">(1)</p>	 <p style="text-align: center;">(2)</p>	 <p style="text-align: center;">(3)</p>	 <p style="text-align: center;">(4)</p>
Penyebab:	Penyebab:	Penyebab:	Penyebab:
Suhu Naik/ Suhu turun	Suhu Naik/ Suhu turun	Suhu Naik/ Suhu turun (contoh)	Suhu Naik/ Suhu turun

Kegiatan Belajar 2

Tugas 1

Jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es 336.000 J/kg

4. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg air dari 20°C hingga 45°C ?

Dik: $c_{\text{es}} = 2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $L_{\text{es}} = 336.000 \text{ J/kg}$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$$

Dit: $Q = \dots?$

Jawab:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 1 \cdot 4200 \cdot (25)$$

$$Q = 2100 \cdot 10$$

$$Q = 21000 \text{ Joule}$$

$$Q = 21 \text{ kJ}$$

5. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg es seluruhnya menjadi air?

Dik: $c_{\text{es}} = 2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $L_{\text{es}} = 336.000 \text{ J/kg}$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$$

Dit: $Q = \dots?$

Jawab:

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 1 \times 336000$$

$$Q = 336.000$$

$$Q = 336 \text{ kJ}$$

6. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah es dari -10°C menjadi air bersuhu 20°C ?

Dik: $c_{es} = 2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$; $c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$; $L_{es} = 336.000 \text{ J/kg}$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta T_{es-air} = 0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{es-air} = 20^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$$

Dit: $Q = \dots?$

Jawab:

$$Q = (m \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es-air}) + (m \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air})$$

$$Q = (1 \cdot 2100 \cdot 10) + (1 \cdot 4200 \cdot 20)$$

$$Q = (21000) + (84000) = 105000 \text{ joule}$$

$$Q = 21000 \text{ Joule}$$

$$Q = 105 \text{ kJ}$$

Kegiatan Belajar 3

Tugas 1

Agar Kopi dapat bertahan panasnya lebih lama, selain menggunakan gelas yang merupakan isolator yang baik, sebaiknya gelas juga diberi tutup gelas dengan bahan isolator yang baik juga (kaca, keramik, maupun plastik) agar panas dalam gelas tidak mudah lepas ke lingkungan.

Tugas 2

Nelayan sebaiknya melakukan perjalanan mencari ikan pada malam hari, hal ini dikarenakan sedang terjadinya angin darat, dimana angin berhembus dari darat ke laut. Kondisi ini terjadi karena arus konveksi udara disekitar laut dan pantai terjadi saat suhu daratan bertahan lebih tinggi dibandingkan suhu air di lautan yang sudah turun, ini terjadi saat malam hari mulai tiba.

Tugas 3

No.	Contoh Peristiwa Perpindahan Kalor Secara Radiasi
contoh	Merasakan hangat api unggun di malam hari saat berkemah
1.	Menjemur pakaian di bawah sinar matahari
2.	Radiasi panas dari tungku perapian
3.	Radiasi Panas dari bola lampu
4.	Microwave oven
5.	Menjemur bahan makanan pada siang hari

Kunci Jawaban Tes

TES FORMATIF 1

1. B
2. C
3. D
4. A
5. D

TES FORMATIF 3

1. A
2. C
3. C
4. B
5. D

TES FORMATIF 2

1. C
2. B
3. A
4. B
5. A

TES AKHIR MODUL 4

- | | |
|-------|-------|
| 1. B | 17. A |
| 2. B | 18. A |
| 3. A | 19. C |
| 4. D | 20. D |
| 5. B | |
| 6. C | |
| 7. B | |
| 8. C | |
| 9. A | |
| 10. D | |
| 11. C | |
| 12. D | |
| 13. A | |
| 14. C | |
| 15. A | |
| 16. C | |

DAFTAR PUSTAKA



Hewitt, Paul G. 2016. *Conceptual Physics tenth edition*. St. Pettersberg: University of California

Karim, Saeful., Ida Kaniawati. 2009. *Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk Kelas VII*.

Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. *Ilmu Pengetahuan Alam. Edisi Revisi*. Jakarta:

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Mirobbi, Nasrun. 2017. *Suhu dan Pemuaian*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan

Kebudayaan

Widodo, Wahono., Siti Nurul Hidayati., Fida Rachmadiarti. 2016. *Ilmu Pengetahuan Alam*

Kelas VII Semester 1. Jakarta: Puskurbuk, Kemdikbud.

<https://kesehatan.kontan.co.id/news/heat-stroke-mengintai-saat-cuaca-panas-bagaimana-mengatasinya?page=all>