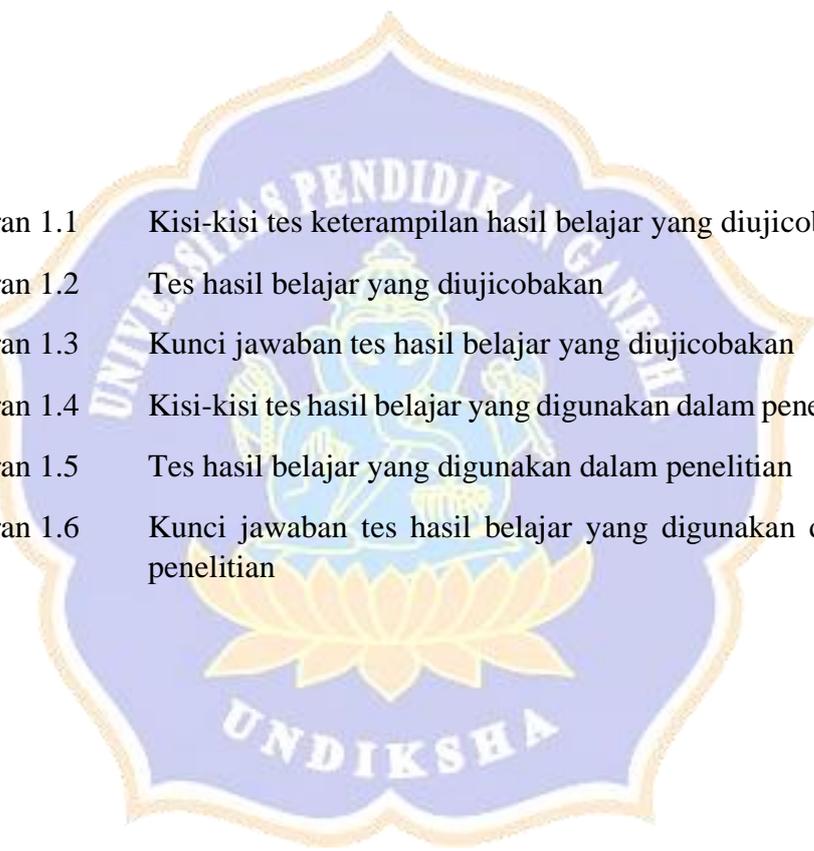




LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN I

INSTRUMEN PENELITIAN

- 
- Lampiran 1.1 Kisi-kisi tes keterampilan hasil belajar yang diujicobakan
- Lampiran 1.2 Tes hasil belajar yang diujicobakan
- Lampiran 1.3 Kunci jawaban tes hasil belajar yang diujicobakan
- Lampiran 1.4 Kisi-kisi tes hasil belajar yang digunakan dalam penelitian
- Lampiran 1.5 Tes hasil belajar yang digunakan dalam penelitian
- Lampiran 1.6 Kunci jawaban tes hasil belajar yang digunakan dalam penelitian

Lampiran 1. 1 Kisi-kisi tes keterampilan hasil belajar yang diujicobakan

Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar Yang diujicobakan

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir	
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor	Menjelaskan tentang definisi suhu	Peserta didik mampu menjelaskan definisi dari suhu	C1	1	
	Mengetahui alat untuk mengukur suhu	Peserta didik mengetahui alat yang digunakan untuk mengukur suhu	C1	2	
	Memahami tentang thermometer dan bahan isian termometer	Peserta didik memahami digunakannya raksa dan alkohol sebagai isian dalam thermometer.	C2	3	
	Peserta didik mampu menerapkan persamaan konversi suhu termometer dalam kehidupan sehari hari		Peserta didik dapat menghitung hasil konversi suhu dari derajat Reamur ke derajat Fahrenheit.	C3	4
			Peserta didik dapat menghitung hasil konversi suhu dari derajat Reamur ke derajat Kelvin	C3	5
	Menerapkan persamaan konversi suhu untuk mencari perbandingan skala termometer dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik dapat menghitung perbandingan anatara termometer satu dan lainnya jika salah satu termometer diketahui suhu dan termometer lainnya diketahui titik didih dan titik bekunya.	C3	6	

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
		Peserta didik dapat menghitung perbandingan 3 buah termometer jika salah satu diketahui suhunya, dan 2 termometer lain diketahui titik didih dan titik bekunya	C3	7
		Peserta didik dapat menghitung titik beku termometer jika termometer lain sudah diketahui titik didih, titik beku dan suhu termometernya	C3	8
	Menerapkan persamaan asas Black untuk mencari suhu campuran air.	Peserta didik dapat menghitung suhu campuran air dengan massa dan suhu sudah diketahui	C3	9
	Menganalisis konsep kalor dalam kehidupan sehari-hari	Peserta didik mampu menganalisis konsep dasar tentang kalor	C4	10
	Memahami konsep perubahan wujud dalam kehidupan sehari-hari	Peserta didik mampu memahami tentang konsep perubahan wujud benda dengan disediakan grafik perubahan wujud suatu zat	C2	11
	Menerapkan persamaan kalor untuk menghitung perubahan suhu	Peserta didik mampu menghitung perubahan suhu benda jika	C3	12

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
		diketahui besar kapasitas kapasitor dan Kalor yang diberikan		
		Peserta didik mampu menghitung jumlah kalor untuk memanaskan air jika massa dan perubahan suhu diketahui	C3	13
	Menganalisis kalor yang diperlukan untuk mencairkan seongkah es	Peserta didik mampu menganalisis jumlah kalor yang diperlukan untuk mencairkan sebuah balok es dengan suhu minus	C4	14
	Menerapkan persamaan kalor untuk menghitung perubahan suhu	Peserta didik mampu menghitung meghitung kalor jenis zat jika diketahui perubahan suhu benda dan banyak kalor	C3	15
	Menganalisis kalor yang diperlukan untuk mencairkan seongkah es	Peserta didik mampu menganalisis grafik perubahan suhu dan perubahan wujud air untuk menentukan besar massa air yang menguap dari proses D-E	C4	16
	Menghitung suhu keseimbangan	Peserta didik mampu	C3	17

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
	dengan menerapkan konsep Asas Black	menghitung suhu kesetimbangan air dan bejana jika masing masing masa dan suhu bejana diketahui		
	Menganalisis peristiwa untuk mencari massa suhu campuran, dan perpindahan kalor dengan menggunakan konsep Asas Black	Peserta didik mampu menganalisis besar massa es jika suhu air, kalor jenis air, kalor jenis es, dan kalor jenis sudah diketahui (memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)	C4	18
		Peserta didik mampu menganalisis besar suhu campuran antara sebongkas es (memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)	C4	19
		Peserta didik mampu menganalisis besar suhu campuran antara sebongkas es (memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)	C4	20
		Peserta didik mampu menganalisis beberapa peristiwa kemudian	C4	21

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
		menentukan perpindahan kalor secara radiasi		
	Memahami konsep perpindahan kalor suatu benda dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik dapat memahami peristiwa dalam sebuah gambar kemudian menghitung jenis perpindahan panas yang terjadi.	C2	22
	Menerapkan konsep Asas Black untuk menghitung suhu campuran bahan yang berbeda	Peserta didik mampu menentukan suhu campuran antara logam dan air jika suhu, kalor jenis, dan massa logam dan air diketahui	C3	23
	Menerapkan konsep konduktivitas dalam menghitung suhu pada sambungan besi	Peserta didik mampu menghitung suhu sambungan pada besi jika diketahui suhu pada ujung ujung batang	C3	24
		Peserta didik dapat menghitung suhu sambungan pada besi jika diketahui suhu pada ujung ujung batang	C3	25
		Peserta didik mampu menghitung suhu sambungan pada besi jika diketahui suhu pada ujung ujung batang	C3	26
	Menghitung energi radiasi	Peserta didik mampu	C3	27

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
	dari sebuah benda yang tidak identik	menghitung energi radiasi dari sebuah benda yang diketahui Panjang benda, suhu benda, dan tetapan Boltzman		
	Dapat menghitung perbandingan energi 2 buah bendah yang berbeda	Peserta didik mampu menghitung perbandingan energi 2 buah benda jika benda identik, dan memiliki suhu yang berbeda.	C3	28
	Menerapkan konsep laju dalam menghitung suhu pada sambungan besi	Peserta didik mampu menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi	C3	29
		Peserta didik mampu menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi	C3	30
	Menerapkan konsep muai Panjang dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik mampu menghitung pertambahan Panjang logam jika diketahui Panjang awal , suhu, dan Panjang logam.		31
		Peserta didik mampu menghitung pertambahan Luas logam jika diketahui Panjang awal suhu, dan Panjang logam.		32

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
	Memahami konsep tentang muai Panjang dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik mampu memahami pernyataan kemudian memilih salah satu opsi yang dianggap benar	C2	33
	Menerapkan konsep Asas Black untuk menghitung suhu campuran bahan yang berbeda	Peserta didik dapat menghitung suhu campuran air jika dicampurkan 2 kali	C4	34
	Memahami konsep mengenai kalor jenis.	Peserta didik mampu memahami pernyataan tentang kalor jenis, kemudian memilih salah satu peristiwa yang benar	C2	35

Lampiran 1. 2 Tes hasil belajar yang diujicobakan

Tes Hasil belajar yang Diujicobakan

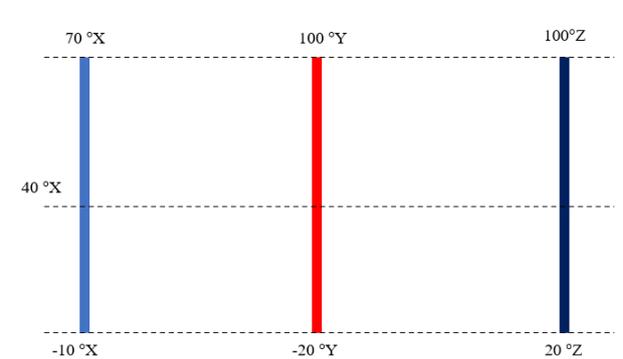
Materi	: Suhu dan Kalor
Kelas	: XI
Semester	: Genap
Sekolah	: SMA Negeri 2 Singaraja
Alokasi Waktu	: 90 menit

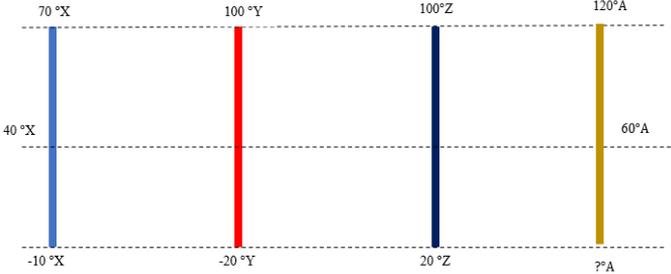
Petunjuk Pengerjaan

1. Baca soal dengan seksama
2. Silanglah jawaban/opsi yang anda anggap benar pada soal
3. Jika anda mengganti jawaban cukup memberi tanda (=) pada opsi, kemudian memilih jawaban yang anggap anda benar
4. Jika ada soal yang membingungkan, bisa ditanyakan ke pengawas
5. Waktu pengerjaan soal 1 x 90 menit
6. Harap periksa jawaban sebelum dikumpulkan.
7. Dilarang menyontek jawaban teman, meskipun anda merasa tersesat karena mengerjakan dengan jujur, tetapi anda tersesat di jalan kebenaran, Berani jujur Hebat”

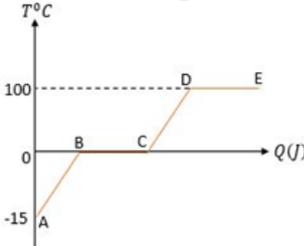
Soal Pilihan Ganda

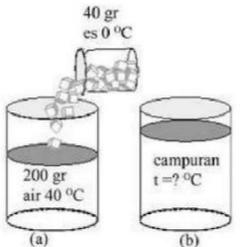
1	<p>Berikut ini adalah pernyataan yang paling tepat terkait dengan suhu adalah.....</p> <p>A. Besaran yang menyatakan sifat suatu benda yang memiliki kalor</p> <p>B. Besaran kalor yang mengalir ke suhu yang lebih dingin</p> <p>C. Besaran yang menyatakan derajat panas dinginnya suatu benda</p> <p>D. Besaran panas yang mengalir dari suhu rendah ke suhu tinggi</p> <p>E. Besaran panas yang menunjukkan jumlah materi suatu benda</p>
2	<p>Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah.....</p> <p>A. Termometer</p> <p>B. Barometer</p> <p>C. Hidrometer</p> <p>D. Meteran</p> <p>E. Girooskop</p>
3	<p>Termometer memiliki banyak jenis dan bahan dalam pembuatannya. Namun pada alat alat lab di kehidupan sehari-hari kita sering melihat termometer sering menggunakan raksa dibandingkan alcohol untuk mengisi termometer. Berikut ini alasan yang kurang tepat pemilihan raksa sebagai pengisi termometer adalah.....</p> <p>A. Air raksa tidak membasahi dinding kapiler</p> <p>B. Air raksa mudah dilihat karena mengkilat</p> <p>C. Air raksa cepat dalam mengambil panas</p> <p>D. Air raksa memiliki titik beku yang rendah</p> <p>E. Air raksa memiliki titik didih yang rendah</p>

4	<p>Air panas diukur dengan menggunakan termometer skala Celcius menunjukkan suhu sebesar 80°C. Jika suhu tersebut diukur dengan termometer skala Reamur, maka angka yang ditunjukkan oleh termometer skala Reamur adalah....</p> <p>A. 100°R B. 90°R C. 80°R D. 68°R E. 64°R</p>
5	<p>Vina mengukur suhu ruangan dan didapat hasil sebesar 28°C. Jika Vina hendak mengukur ruangan yang sama dengan menggunakan termometer skala Kelvin, maka nilai yang ditunjukkan oleh termometer skala Kelvin adalah.....</p> <p>A. 245K B. -245K C. 311K D. 301K E. -301K</p>
6	<p>Pada termometer X, titik beku air adalah -50°X dengan titik didih 250°X. Jika suatu benda diukur dengan termometer Celsius menunjukkan suhu 60°C, maka bila diukur dengan termometer X, suhu yang ditunjukkan pada skala X adalah.....</p> <p>A. 50°C B. 75°C C. 100°C D. 130°C E. 150°C</p>
7	<p>Perhatikanlah gambar thermometer berikut ini!</p>  <p>meter yang berbeda. Jika sebesar 40°X maka suhu Y dan Z berturut-turut adalah.....</p> <p>A. $50,5^{\circ}\text{Y}$ dan 60°Z B. $52,5^{\circ}\text{Y}$ dan 70°Z C. $57,5^{\circ}\text{Y}$ dan 70°Z D. $52,5^{\circ}\text{Y}$ dan 80°Z E. $57,5^{\circ}\text{Y}$ dan 80°Z</p>

8	<p>Perhatikan gambar berikut ini!</p>  <p>... yang berbeda. Jika ... : 40°X sedangkan pada termometer Z menunjukkan nilai 60 °Z maka besar titik beku dari termometer Z adalah.....</p> <p>A. 40°A B. 50°A C. 60°A D. 70°A E. 80°A</p>
9	<p>Adi dan Putra adalah dua saudara yang sangat kompak. Pada suatu hari Adi dan Putra berangkat untuk berkemah. Karena udara dingin Adi dan Putra hendak membuat air hangat. Untuk membuat air hangat Adi dan Putra mencampurkan air dingin dan air panas. Adi memiliki air dengan massa 400 g dengan suhu 90°C, sedangkan Putra membawa air dingin dengan massa 600 g dengan suhu 20°C. Untuk membuat air hangat maka kedua air tersebut harus dicampur. Suhu akhir campuran tersebut adalah.....°C</p> <p>A. 55°C B. 53°C C. 51°C D. 48°C E. 45°C</p>
10	<p>dipanaskan di dalam pemanggang hingga mencapai suhu 100°C. Setelah panas logam tersebut dicelupkan ke dalam fluida dengan suhu 25°C. Setelah beberapa saat terjadi termal equilibrium antara air dan besi pada suhu 35°C. Pernyataan yang benar dalam pernyataan berikut ini adalah.....</p> <p>A. Energi kalor dalam logam bertambah dikarenakan logam menyerap kalor B. Energi kalor logam berkurang dikarenakan logam melepas kalor ke fluida C. Energi kalor pada fluida berkurang karena melepas kalor ke logam D. Energi kalor air meningkat dikarenakan air melepas kalor ke logam E. Energi kalor logam berkurang karena menyerap kalor dari fluida</p>
11	<p>Sebuah balok es dengan massa 500 gram memiliki suhu 0°C. Ketika diberi kalor sebesar 167.500 J, es tersebut mencair sepenuhnya. Kalor</p>

	<p>lebur es adalah 336.000 J/kg. Berdasarkan hal tersebut efek yang terjadi pada suhu es adalah.....</p> <p>A. Suhu es meningkat B. Suhu Es menurun C. Suhu es turun menjadi negative D. Suhu es tetap 0°C E. Terjadi perubahan suhu yang signifikan.</p>
12	<p>Kapasitas kalor sebuah benda adalah 500 J/°C. Jika benda tersebut dipanaskan dengan dengan kalor sebesar 3000 J, maka perubahan suhu benda yang terjadi adalah.....</p> <p>A. 4°C B. 5°C C. 6°C D. 7°C E. 8°C</p>
13	<p>Pada hari minggu andre bergadang untuk membuat tugas akhirnya. Karena sudah larut malam Andre memutuskan untuk membuat Kopi. Andre memanaskan air dengan suhu mula – mula 20°C hingga suhu 90°C. Jika massa air yang dipanaskan Andre adalah 200 gram dan kalor jenis air 1 kal/gr°C maka jumlah kalor yang diperlukan untuk memanaskan air tersebut adalah....</p> <p>A. 58,8 KJ B. 588 KJ C. 5880KJ D. 58800KJ E. 588000KJ</p>
14	<p>Doni ingin mencairkan sebungkah es dengan massa 1000 gram dengan temperature -4°C. Doni ingin mencairkan bongkahan es menjadi wujud cair Dimana suhu normal air adalah 3°C. Jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud es menjadi air adalah..... (jika diketahui kalor jenis es 2100 J/Kg°C, kalor jenis air 4200 J/Kg°C, kalor lebur es = 336.000J/Kg)</p> <p>A. 3.570.000 J B. 357.000 J C. 345.000 J D. 12.600 J E. 8400 J</p>
15	<p>Dek Adi adalah seorang siswa yang diminta untuk menentukan kalor jenis suatu zat secara acak. Massa gas acak ini ini sebesar 5000 gram. Kemudian zat ini dipanaskan dari suhu awal 10 °C menjadi 90°C. Jika zat tersebut memerlukan kalor sebanyak 90KJ untuk menaikkan suhu zat, maka besar kalor jenis zat tersebut adalah...(J/kg°C)</p> <p>A. 210 J/kg°C B. 215 J/kg°C</p>

	<p>C. $220,5 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ D. $225 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ E. $225,5 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$</p>
16	<p>Perhatikanlah gambar di bawah ini!</p>  <p>Pada diagram di atas dapat dilihat bahwa sebuah es mengalami perubahan wujud menjadi uap air. Apabila kalor yang dibutuhkan dalam proses D-E sebanyak 996kJ, maka besar massa air yang berubah menjadi uap air adalah..... ($U = 2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$)</p> <p>A. 0,20 kg B. 0,25kg C. 20kg D. 25kg E. 20,5 kg</p>
17	<p>Miki memasukan air dengan massa 0,5 kg dengan suhu 80°C ke dalam wadah aluminium yang memiliki massa 1 kg. Suhu wadah tempat Miki memasukan air adalah 20°C. Jika diketahui kalor jenis dari wadah adalah $900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ maka berapakah suhu kesetimbangan yang dicapai air dan Bejana adalah.....$^\circ\text{C}$ (anggap tidak ada kalor yang berpindah ke lingkungan)</p> <p>A. 80 B. 70 C. 60 D. 50 E. 30</p>
18	<p>Sepotong besi bermassa 200 gram dengan suhu 20°C dimasukan ke dalam 500 gram air dengan suhu 80°C. Dengan mengabaikan pertukaran kalor dengan lingkungan. Jika kalor jenis besi adalah $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ maka suhu campuran yang terbentuk adalah.....</p> <p>A. $77,5^\circ\text{C}$ B. $76,5^\circ\text{C}$ C. $75,5^\circ\text{C}$ D. $74,4^\circ\text{C}$ E. $73,5^\circ\text{C}$</p>
19	<p>Sebanyak 0,5 kg balok es dengan suhu -40°C dicampur dengan menggunakan air sebanyak 1 kg dengan suhu 80°C. Jika kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor jenis es adalah $2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ dan kalor lebur es adalah 336.000 J/kg berapakah suhu air campuran tersebut adalah.....</p> <p>A. 20°C</p>

	<p>B. 30°C C. 40°C D. 50°C E. 60°C</p>
20	<p>Perhatikanlah gambar berikut ini!</p>  <p>Dalam sebuah gelas berisi 200 gram air dengan suhu 40°C. Setelah itu dimasukan 40 gram es dengan suhu 0°C. Jika kapasitas kalor gelas $20\text{ kal}/^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es adalah 80 kal/g, dan kalor jenis air $1\text{ kal}/\text{gram}^{\circ}\text{C}$, maka suhu kesetimbangan dari campuran tersebut adalah.....</p> <p>A. 5°C B. 10°C C. 15°C D. 20°C E. 25°C</p>
21	<p>Berikut ini adalah beberapa peristiwa perpindahan kalor:</p> <p>(a). Biji kopi yang dijemur di lapangan (b). Asap yang keluar dari cerobong pabrik bergerak naik. (c). Terjadinya angin darat dan angin laut. (d). Terasa panas saat memegang gelas yang berisi air panas. (e). Menjemur pakaian di luar rumah. (f). Seluruh permukaan wajan menjadi panas ketika digunakan untuk memasak. (g). Petani memperoleh garam dari laut.</p> <p>Manakah di antara peristiwa tersebut yang merupakan contoh perpindahan kalor dengan cara radiasi?</p> <p>A. (a), (b), dan (g) B. (a), (e), dan (g) C. (b), (c), dan (d) D. (a), (b), dan (c)</p>
22	<p>Pada hari minggu Kadek dan Komang memutuskan untuk bergadang untuk menikmati langit malam. Karena udara terasa semakin dingin Kadek dan Komang memutuskan untuk membuat Api Unggun.</p>



Setelah api unggun menyala Kadek dan Komang pun merasa hangat. Berdasarkan ilustrasi di atas jika dikaitkan dengan perpindahan kalor, maka jenis perpindahan kalor yang bekerja adalah.....

- A. Konduksi dan Konveksi
- B. Konveksi dan Radiasi
- C. Konduksi
- D. Konveksi
- E. Radiasi

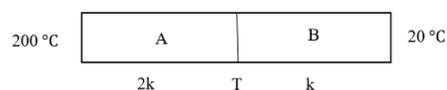
23. Sepotong besi bermassa 200 gram dengan suhu 20°C dimasukkan ke dalam 500 gram air dengan suhu 80°C . Dengan mengabaikan pertukaran kalor dengan lingkungan. Jika kalor jenis besi adalah $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ maka suhu campuran yang terbentuk adalah.....

- F. $77,5^{\circ}\text{C}$
- G. $76,5^{\circ}\text{C}$
- H. $75,5^{\circ}\text{C}$
- I. $74,4^{\circ}\text{C}$
- J. $73,5^{\circ}\text{C}$

24. Sebuah batang besi homogen dimana pada salah satu ujungnya dipanaskan. luas penampang dari batang besi tersebut adalah 20 cm^2 dan konduktivitas termal $4 \times 10^5 \text{ J/s.m. }^{\circ}\text{C}$. Panjang batang 2 meter dan perbedaan suhu antar ujung batang adalah 50°C . Maka kalor yang merambat pada besi selama 2 detik adalah.....

- A. $4 \times 10^3 \text{ J}$
- B. $12 \times 10^4 \text{ J}$
- C. $40 \times 10^4 \text{ J}$
- D. $24 \times 10^3 \text{ J}$
- E. $4 \times 10^4 \text{ J}$

25. Perhatikanlah gambar ilustrasi berikut ini!



	<p>Dua buah batang A dan B berukuran sama, masing masing mempunyai koefisien konduksi $2k$ dan k. Keduanya dihubungkan menjadi satu dan pada ujung ujung yang bebas dikenakan suhu seperti gambar di atas. Jika dilihat dari ilustrasi gambar di atas, maka Suhu pada sambungan (T) adalah.....</p> <p>A. 100°C B. 110°C C. 120°C D. 130°C E. 140°C</p>
26	<p>. Perhatikanlah gambar ilustrasi berikut ini!</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">T</p> </div> <p>Pada gambar di atas jika Panjang dan luas kedua logam diasumsikan sama namun dengan besar konduktivitas logam X duakali konduktivitas logam Y, maka suhu sambungan pada titik T adalah.....</p> <p>A. 40°C B. 45°C C. 50°C D. 55°C E. 60°C</p>
27	<p>Sebuah plat baja dengan Panjang 4 meter dan lebar 1 meter . Suhu plat baja tersebut adalah 227°C. Jika plat baja diasumsikan hitam sempurna, maka energi total yang dipancarkan setiap detik adalah.....(tetapan Boltzman = $5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{A} = p \cdot l$)</p> <p>A. 51,675 J B. 516,750 J C. 51675 J D. 51.675 E. 510.675 J</p>
28	<p>Jika terdapat buah benda hitam A dan B yang memancarkan energi. Jumlah energi yang dipancarkan benda A dan B berturut turut adalah 400 K dan 1600 K. Jika diasumsikan benda tersebut adalah identik, maka perbandingan jumlah anergi yang dipancarkan adalah.....</p> <p>A. 1 : 256 B. 1 : 132 C. 1 : 16 D. 1 : 6 E. 1 : 4</p>

29	<p>Andi memiliki sebuah mobil. Di dalam mobil terdapat radiator pendingin mempunyai luas yang bersingungan dengan air yaitu 500cm^2. Beda suhu antara bahan radiator dan air panas adalah 20°C. Jika bahan radiator adalah bahan logam tertentu yang mempunyai koefisien konveksi $h = 10\text{ W/m}^\circ\text{C}$, maka laju perpindahan kalor pada system radiator ini adalah.....</p> <p>A. 0,8 Watt B. 8 Watt C. 1 Watt D. 10 Watt E. 100Watt</p>
30	<p>Udara dingin pada temperatur 10°C dipaksakan untuk melalaui plat tipis yang memiliki temperature 50°C. Koefisien perpindahan kalor adalah $h = 30\text{ W/m}^\circ\text{C}$. Laju aliran dari plat ke udara melalui plat dengan luas permukaan 4m^2 adalah....</p> <p>A. 4,8 kW B. 480 kW C. 4800 kw D. 480.000kW E. 96 kW</p>
31	<p>Sebuah batang logam dengan Panjang awal 2 m mengalami kenaikan suhu sebesar 50°C. Jika koefisien muai Panjang logam tersebut adalah $0,00002/^\circ\text{C}$, pertambahan Panjang logam tersebut adalah.....</p> <p>A. 0,002 B. 0,005 C. 0,02 D. 0,05 E. 0,1</p>
32	<p>Plat logam logam yang memilili luas mula mula 200 cm^2. Jika koefisien muai luas logam tersebut adalah $0,00004/^\circ\text{C}$ dan terjadi kenaikan suhu sebesat 80°C, luas akhir logam tersebut adalah.....</p> <p>A. $0,24\text{ cm}^2$ B. $0,48\text{ cm}^2$ C. 72 cm^2 D. $200,48\text{ cm}^2$ E. $300,24\text{cm}^2$</p>
33	<p>manakah pernyataan yang benar mengenai pemuaian Panjang</p> <p>A. Pemuaian Panjang hanya bergantung pada massa benda B. Pemuaian Panjang terjadi karena perubahan suhu menyebabkan molekul bergerak lebih cepat C. Koefisien muai Panjang suatu bahan akan bertambah jika suhu ditingkatkan D. Pemuaian Panjang tidak bergantung jenis bahan E. Pemuaian Panjang tidak dipengaruhi suhu benda.</p>

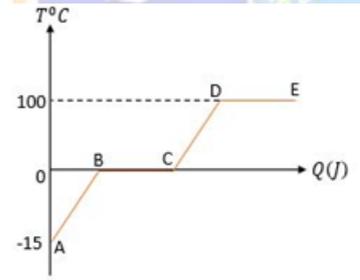
34	<p>Air sebanyak 100 gram yang memiliki temperature 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1000 kalori dengan kalor jenis air adalah 1 kal/g°C . Jika hasil pemanasan menghasilkan suhu X, maka temperature air X jika air X dicampurkan lagi dengan air dengan massa 150 gram dengan temperature 60°C adalah....</p> <p>A. 10°C B. 15°C C. 35°C D. 47,5°C</p>
35	<p>Jika sebuah benda kalor jenis yang tinggi, maka jika diberikan kalor peristiwa yang terjadi adalah.....</p> <p>A. Benda tersebut akan panas dalam waktu yang singkat B. Benda tersebut akan panas dalam waktu yang lama C. Benda tersebut akan cepat mendidih D. Benda tersebut akan cepat melebur E. Benda tersebut akan sangat mudah jika dilebut</p>

Lampiran 1. 3 Kunci Jawaban soal yang diujicobakan

No	Pembahasan	Kunci Jawaban
1	<p>Suhu adalah ukuran/besaran derajat panas atau dinginnya suatu benda atau lingkungan. Suhu adalah ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda atau lingkungan. Suhu diukur dalam berbagai skala, seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Celsius (°C) – digunakan secara luas di dunia dan dalam sistem metrik. • Fahrenheit (°F) – digunakan terutama di Amerika Serikat. • Kelvin (K) – digunakan dalam sains dan merupakan skala suhu absolut. 	C
2	<p>Jawaban A : Termometer Suhu diukur menggunakan termometer. Termometer memiliki berbagai skala yaitu derajat Celcius, Farenheit, Kelvin, dan Reamur Barometer → Mengukur tekanan udara. Hidrometer → Mengukur kerapatan atau berat jenis cairan. Meteran → Mengukur panjang atau jarak. Girooskop → Mengukur atau mempertahankan orientasi dan rotasi.</p>	A
3	<p>Keuntungan memakai raksa adalah Tidak membasahi dinding kapiler → Memudahkan pembacaan suhu yang akurat. Mengkilat, mudah dilihat → Memudahkan pengamatan skala suhu.</p>	E

	<p>Cepat menyerap panas → Memberikan respons cepat terhadap perubahan suhu. Memiliki titik beku rendah → Dapat digunakan dalam suhu dingin tanpa membeku. Karena pilihan E kontradiksi sehingga Pilihan E kurang tepat. Air raksa memiliki titik didih yang tinggi dan titik beku yang rendah sehingga sangat cocok digunakan dalam termometer.</p>	
4	<p>Diketahui $T = 80^{\circ}\text{C}$ Jika dikonversi ke Reamur maka</p> $T^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} \times 80 = 64^{\circ}\text{R}$	E
5	<p>Diketahui skala termometer skala Celsius adalah 28°C. Jika diubah maka</p> $TK = T^{\circ}\text{C} + 273$ $TK = 28 + 273$ $TK = 301\text{K}$	D
6	<p>Berdasarkan Soal Diketahui Titik beku air = -50°X Titik didih air = 250°X $T^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$ Ditanya : besar suhu jika diukur dengan termometer X</p> $\frac{x - (-50)}{250 - (-50)} = \frac{60 - 0}{100 - 0}$ $\frac{x + 50}{300} = \frac{60}{100}$ $100X + 5000 = 18000$ $100X = 13000$ $X = 130$	D
7	<p>Berdasarkan soal dapat diketahuin Titik didih termometer X = 70°X Temperatur termometer X = 70°X Titik beku termometer X = -10°X Titik didih termometer Y = 100°Y Titik beku termometer Y = -20°Y Titik didih termometer Z = 100°Z Titik beku termometer Z = 20°Z Ditanya suhu di termometer Y dan dan Z jika pada termometer X menunjukkan angka 40°X Penyelesaian Untuk menyelesaikan soal digunakan dengan cara persamaan garis lurus.</p> <p>1. Cari hubungan termometer X terhadap Y</p> $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$	C

	$\frac{40 - (-10)}{70 - (-10)} = \frac{y - (-20)}{100 - (-20)}$ $\frac{50}{80} = \frac{y + 20}{120}$ $80y + 1600 = 6000$ $80y = 6000 - 1600$ $80y = 4600$ $y = 57,5$ <p>Jadi suhu di termometer Y adalah 57,5 °Y</p> <p>2. Cari hubungan X dan Z</p> $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1}$ $\frac{40 - (-10)}{70 - (-10)} = \frac{z - 20}{100 - 20}$ $\frac{50}{80} = \frac{z - 20}{80}$ $80z - 1600 = 4000$ $80z = 4000 + 1600$ $80z = 5600$ $z = 70$ <p>Jadi suhu di termometer Y adalah 70 °Z</p>	
8	<p>Titik didih termometer X = 70°X Temperatur termometer X = 70°X Titik beku termometer X = -10°X Titik didih termometer A = 120°A temperatur termometer A = 60°A Ditanya : Titik beku termometer A Penyelesaian : Tetap menggunakan cara termometer garis</p> $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{A - A_1}{A_2 - A_1}$ $\frac{40 - (-10)}{70 - (-10)} = \frac{60 - A}{120 - A}$ $\frac{50}{80} = \frac{60 - A}{120 - A}$ $4800 - 80A = 6000 - 50z$ $1200 = 30A$ $30A = 1200$ $A = 40$ <p>Sehingga titik beku pada termometer A adalah 40 °A</p>	A
9	<p>Diketahui $m_A = 400 \text{ gram}$ $T_A = 90^\circ\text{C}$</p>	D

	$m_B = 600 \text{ gram}$ $T_B = 20^\circ\text{C}$ Ditanya : T_c ? Jawaban $T_c = \frac{(m_A \times T_A) + (m_B \times T_B)}{m_A + m_B}$ $T_c = \frac{(400 \times 90) + (600 \times 20)}{400 + 600}$ $T_c = \frac{(36000) + (12000)}{1000}$ $T_c = \frac{48000}{1000}$ $T_c = 48^\circ\text{C}$	
10	Penyelesaian Konsep yang digunakan adalah kesetimbangan termal (<i>thermal equilibrium</i>) antara besi dan logam. Logam melepas kalor dan air menerima kalor Energi kalor logam berkurang, dan air bertambah. $Q_{lepas} = Q_{terima}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = m_{logam} \cdot c_{logam} \cdot \Delta T_{logam}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{logam} \cdot c_{logam} \cdot (T_{termal} - T_{logam})$	B
11	 <p>... melalui konsep di atas. ... jadi 2 peristiwa utama. Yaitu ... anan suhu/</p> <p>Proses A-B adalah perubahan suhu Proses B-C adalah perubahan wujud Proses C-D adalah perubahan suhu Proses D-E adalah perubahan wujud Pada proses perubahan suhu, tidak terjadi perubahan wujud (wujud zat tetap sama) sedangkan pada proses perubahan wujud yang terjadi adalah perubahan wujud benda tanpa disertai dengan perubahan suhu (suhu tetep). Pada soal proses yang direpresentasikan adalah proses B-S sehingga hanya terjadi perubahan wujud tanpa disertai dengan perubahan suhu. Sehingga jawaban yang paling tepat adalah jawaban pilihan D</p>	D

	Pada soal hanya terjadi perubahan wujud, tidak terjadi perubahan suhu sehingga suhu tetap 0°C	
12	Diketahui ; $C = 500 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$ $Q = 3000 \text{ J}$ Ditanya : ΔT $\Delta T = Q/C = 3000/500 = 6^{\circ}\text{C}$	C
13	Diketahui $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ Kg}$ $c = 1 \frac{\text{kal}}{\text{gr}}^{\circ}\text{C} = 4200 \text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = 90 - 20 = 70^{\circ}\text{C}$ Ditanya : Q Penyelesaian $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ Karena satuannya sudah sama maka dapat langsung dicari $Q = 0,2 \cdot 4200 \cdot 70$ $Q = 58.800 \text{ J}$ $Q = 58.8 \text{ KJ}$	A
14	Diketahui $m = 1000 \text{ gram} = 1 \text{ Kg}$ $C_{es} = 2100 \text{ J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$ $C_{air} = 4200 \text{ J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$ $L_{es} = 336000 \text{ J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$ $T_1 = -4^{\circ}\text{C}$ $T_2 = 3^{\circ}\text{C}$ Ditanya : Q pada T air 3°C Langkah 1 terjadi perubahan suhu Karena es masih berbentuk padat maka perlu dipanaskan sehingga $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 1.2100 \cdot (0 - (-4))$ $Q = 1.2100 \cdot (4)$ $Q = 8400 \text{ J}$ Banyak kalor Suhu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 0°C adalah 8400 J Untuk menjadi cair memerlukan kalor lebur air $Q = m \cdot L$ $Q = 1.336000$ $Q = 336000 \text{ J}$ Untuk menaikkan suhu air dari 0°C menuju 3°C maka menggunakan perubahan suhu dan kalor jenis air Sehingga $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 1.4200 \cdot (3-0)$	B

	$Q = 1.4200.3$ $Q = 12.600 \text{ J}$ Sehingga energi total yang diperlukan untuk mengubah seongkah es dengan besar 1 Kg dari suhu -4°C menjadi 3°C berbentuk cair sebesar Q total Maka : $8400\text{J} + 336.000 + 12.600 = 357.000 \text{ J}$	
15	Diketahui : $m = 5\text{kg}$ $\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$ $Q = 90\text{KJ} = 90.000 \text{ J}$ $\Delta T = 90 - 20 = 70^{\circ}\text{C}$ Ditanya : c $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $c = \frac{Q}{m \Delta T}$ $c = \frac{90.000}{5 \cdot 80}$ $c = \frac{90.000}{400}$ $c = 225 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$	D
16	Langkah-langkah perubahan wujud dan suhu: 1. A \rightarrow B: Memanaskan es dari -15°C ke 0°C $Q_1 = m \times c_{\text{ice}} \times \Delta T = 2 \times 2100 \times 15 = 63.000 \text{ J}$ 2. B \rightarrow C: Meleburkan es pada 0°C $Q_2 = m \times L = 2 \times 336.000 = 672.000 \text{ J}$ 3. C \rightarrow D: Memanaskan air dari 0°C ke 100°C $Q_3 = m \times c_{\text{water}} \times \Delta T = 2 \times 4200 \times 100 = 840.000 \text{ J}$ 4. D \rightarrow E: Menguapkan air menjadi uap pada 100°C $Q_4 = m \times U = 2 \times 2.260.000 = 4.520.000 \text{ J}$ Total kalor: $Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 63.000 + 672.000 + 840.000 + 4.520.000$ $Q_{\text{total}} = 6.095.000 \text{ Joule}$	B
17	$m_{\text{air}} = 0,5\text{kg}$ $m_{\text{bejana}} = 1 \text{ kg}$ $T_{\text{air}} = 80^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{bejana}} = 20^{\circ}\text{C}$ $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ $c_{\text{bejana}} = 900 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ Ditanya T termal Penyelesaian $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{wadah}} \cdot c_{\text{wadah}} \cdot \Delta T_{\text{wadah}}$	C

	$m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{wadah} \cdot c_{wadah} \cdot (T_{termal} - T_{wadah})$ $0,5 \cdot 4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 1.900 \cdot (T_{termal} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{termal}) = 900 \cdot (T_{termal} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{termal}) = 900 \cdot (T_{termal} - 20)$ $168.000 - 2100 T_{termal} = 900 T_{termal} - 18.000$ $186.000 = 3100 T_{termal}$ $60 = T_{termal}$	
18	<p>Diketahui</p> <p>$m_{air} = 0,8 \text{ kg}$</p> <p>$m_{aluminium} = 0,2 \text{ kg}$</p> <p>$T_{air} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$T_{bejana} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$c_{air} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$</p> <p>$c_{aluminium} = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$</p> <p>Ditanya</p> <p>T termal</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = m_{aluminium} \cdot c_{aluminium} \cdot \Delta T_{bejana}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{aluminium} \cdot c_{bejana} \cdot (T_{termal} - T_{bejana})$ $0,5 \cdot 4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 0,2 \cdot 450 \cdot (T_{termal} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{termal}) = 90 \cdot (T_{termal} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{termal}) = 90 \cdot (T_{termal} - 20)$ $168.000 - 2100 T_{termal} = 90 T_{termal} - 1800$ $169.800 = 2190 T_{termal}$ $77,5 = T_{termal}$ <p>Diketahui :</p> <p>Massa es = M</p> <p>$m_{air} = 0,4 \text{ kg}$</p> <p>$c_{air} = 1 \text{ kal/g }^\circ\text{C}$</p> <p>$T_c = 5 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>Ditanya : m es?</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = M \cdot L$ $400 \cdot 1 \cdot (25 - 5) = M \cdot 80$ $8000 = M \cdot 80$ $\frac{8000}{80} = M$ <p>$100 \text{ gram} = m_{es}$</p>	C

19	<p>Penyelesaian</p> $m_{air} = 1\text{ kg}$ $m_{es} = 0,5\text{ kg}$ $T_{air} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{es} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_{air} = 4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ $c_{es} = 2100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ $L_{es} = 336.000\text{ J/kg}$ <p>Ditanya</p> <p>Suhu campuran (T_c)</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} + (m_{es} \cdot L_{es})$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{es} \cdot c_{es} \cdot (T_{termal} - T_{es}) + (m_{es} \cdot L_{es})$ $1.4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 0,5 \cdot 2100 \cdot (0 - (-40)) + 0,5 \cdot 336.000$ $4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 1050 \cdot (40) + 168.000$ $4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 1050 \cdot (40) + 168.000$ $336.000 - 4200 T_{termal} = 42.000 + 168.000$ $336.000 - 4200 T_{termal} = 210.000$ $136.000 = 4200 T_{termal}$ $30 = T_{termal}$	B
20	<p>Penyelesaian</p> $m_{air} = 200\text{ g}$ $m_{es} = 40\text{ g}$ $T_{air} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{es} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_{air} = 1\text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ $L_{es} = 80\text{ kal/g}$ <p>Ditanya</p> <p>T_c</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = (m_{es} \cdot L_{es}) + m_{es} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = (m_{es} \cdot L_{es}) + m_{es} \cdot c_{air} \cdot (T_{es} - T_{termal})$ $200 \cdot 1 \cdot (40 - T_{termal}) = 40 \cdot 80 + 40 \cdot 1 \cdot (T_{termal})$ $200 \cdot (40 - T_{termal}) = 3200 + 40 T_{termal}$ $8000 - 200 T_{termal} = 3200 + 40 T_{termal}$ $4800 = 240 T_{termal}$	D

	$T_{\text{termal}} = 20^\circ\text{C}$	
21	Peristiwa dengan opsi a, e, g adalah peristiwa dengan melibatkan sinar matahari secara langsung. Selain peristiwa tersebut. Asap yang keluar dari cerobang pabrik adalah peristiwa konveksi. Badan terasa panas Ketika memegang sesuatu adalah peristiwa konduksi	B
22	Jawaban : Perpindahan kalor terjadi secara konveksi dan radiasi. Perpindahan secara konveksi terjadi karena api memanaskan molekul udara sehingga membuat suhu menjadi meningkat. Perpindahan radiasi terjadi dikarenakan api memancarkan panas langsung ke objek.	B
23	Diketahui $m_{\text{air}} = 0,8\text{kg}$ $m_{\text{aluminium}} = 0,2\text{ kg}$ $T_{\text{air}} = 80^\circ\text{C}$ $T_{\text{bejana}} = 20^\circ\text{C}$ $c_{\text{air}} = 4200\text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $c_{\text{aluminium}} = 900\text{ J/kg}^\circ\text{C}$ Ditanya T_{termal} Penyelesaian $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{aluminium}} \cdot c_{\text{aluminium}} \cdot \Delta T_{\text{bejana}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_{\text{air}} - T_{\text{termal}}) =$ $m_{\text{aluminium}} \cdot c_{\text{bejana}} \cdot (T_{\text{termal}} - T_{\text{bejana}})$ $0,5 \cdot 4200 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 0,2 \cdot 900 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 180 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 180 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $168.000 - 2100 T_{\text{termal}} = 180 T_{\text{termal}} - 3600$ $169.800 = 2280 T_{\text{termal}}$ $74,5 = T_{\text{termal}}$	A
24	Diketahui $A = 20\text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4}\text{m}^2$ $k = 4 \times 10^5\text{ J/s.m.}^\circ\text{C}$ $L = 1\text{ m}$ $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ Ditanya : Q ($t=2$ detik) $H = \frac{Q}{t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$ $Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L} \cdot t$ $Q = \frac{4 \times 10^5\text{ J/s.m.}^\circ\text{C} \cdot 20 \times 10^{-4}\text{m}^2 \cdot 50^\circ\text{C}}{1} \cdot 2\text{s}$	E

	$Q = \frac{4 \times 10^5 \text{ J/s.m.}^\circ\text{C} \cdot 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 50^\circ\text{C}}{2} 2s$ $Q = 4 \times 10^4 \text{ J}$	
25	Penyelesaian $H_A = H_B$ $\frac{k_A \cdot A_A \cdot \Delta T_A}{L_A} = \frac{k_B \cdot A_B \cdot \Delta T_B}{L_B}$ $k_A \cdot \Delta T_A = k_B \cdot \Delta T_B$ $2k (200^\circ\text{C} - T) = k \cdot (T - 20^\circ\text{C})$ $2k (200^\circ\text{C} - T) = k \cdot (T - 20^\circ\text{C})$ $400^\circ\text{C} - 2T = T - 20^\circ\text{C}$ $420^\circ\text{C} = 3T$ $140^\circ\text{C} = T$	E
26	Penyelesaian Diketahui Panjang batang dan luas logam X dan Y adalah sama $T_X = 80^\circ\text{C}$ $T_Y = 30^\circ\text{C}$ $k_X = 2k_Y$ Ditanya : T Penyelesaian $H_A = H_B$ $\frac{k_X \cdot A_X \cdot \Delta T_X}{L_X} = \frac{k_Y \cdot A_Y \cdot \Delta T_Y}{L_Y}$ $k_X \cdot \Delta T_X = k_Y \cdot \Delta T_Y$ $2k_X (80^\circ\text{C} - T) = k_X (T - 30^\circ\text{C})$ $160^\circ\text{C} - 2T = T - 30^\circ\text{C}$ $180^\circ\text{C} = 3T$ $60^\circ\text{C} = T$	E
27	Diketatahui $P = 4 \text{ meter}$ $L = 1 \text{ meter}$ $A = 4 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$ $T = 227^\circ\text{C} = 227 + 273 = 500\text{K}$ $e = 1$ Untuk mencari luas bujur sangkar maka tinggal mengalikan $A = p \cdot l$	D

	<p>Untuk mencari jumlah energi yang dipakai setiap detik maka dapat dicari dengan konsep perpindahan secara radiasi dimana</p> $W = e \cdot A \cdot T^4$ $W = 1.5,67 \times \frac{10^{-8}W}{m^2} \cdot 4m^2 \cdot (500K)^4$ $W = 1.5,67 \times \frac{10^{-8}W}{m^2} \cdot 4m^2 \cdot (500K)^4$ $W = 51.675 \text{ Joule}$	
28	<p> $T_1 = 400 \text{ K}$ $T_2 = 1600 \text{ K}$ $e_1 = e_2$ $A_1 = A_2$ Maka $\frac{W_1}{W_2} = \frac{e_1 \cdot A_1 \cdot T_1^4}{e_2 \cdot A_2 \cdot T_2^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{4^4}{16^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{16^4}{16^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{256}{65536}$ $\frac{W_2}{W_1} = \frac{65536}{256}$ $\frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{256}$ </p>	A
29	<p>Diketahui: $A = 500\text{cm}^2 = 0,05\text{m}^2$ $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ $h = 10 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ Ditanyakan adalah laju reaksi $\frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$ $\frac{Q}{t} = 10 \text{ W/m}^\circ\text{C} \cdot 0,05 \cdot 20$ $\frac{Q}{t} = 10 \text{ watt}$</p>	D
30	<p>Penyelesaian Diketahui $\Delta T = 50 - 10 = 40^\circ\text{C}$ $h = 900 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ $A = 4\text{m}^2$ Ditanya Q $Q = h \cdot A \cdot \Delta T$ $Q = 30.4.40$ $Q = 4800 \text{ Watt}$</p>	C

21	Penyelesaian $= 0,00002 \cdot 2.50 = 0,002$ meter	A
32	$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$ $\Delta l = 0,00003 \cdot 200 \cdot 80 = 0,48 \text{ cm}^2$ Luas akhir $= A_0 + \Delta A$ $200 + 0,48 = 200,48 \text{ cm}^2$	C
33	Ketika suhu meningkat, energi kinetik molekul bertambah, menyebabkan molekul bergerak lebih cepat dan saling menjauh, sehingga benda memuai. Pernyataan lainnya salah karena: <ul style="list-style-type: none"> • A. Salah → Pemuaian panjang tidak bergantung pada massa, tetapi pada jenis bahan, panjang awal, dan perubahan suhu. • C. Salah → Koefisien muai panjang adalah sifat tetap dari bahan, tidak berubah dengan suhu. • D. Salah → Pemuaian panjang bergantung pada jenis bahan, karena setiap bahan memiliki koefisien muai panjang yang berbeda. • E. Salah → Pemuaian panjang justru dipengaruhi oleh suhu, karena semakin tinggi suhu, semakin besar pemuaiannya. 	B
34	Diketahui $m_1 = 100 \text{ gram} = 0,20 \text{ Kg}$ $m_2 = 150 \text{ gram} = 0,15 \text{ Kg}$ $T_c = 60^\circ\text{C}$ $c = 1 \frac{\text{kal}}{\text{gr}}^\circ\text{C} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $\Delta T = 90 - 20 = 70^\circ\text{C}$ Ditanya : Suhu campuran air Penyelesaian Untuk menjawab soal tersebut, maka dilakukan 2 langkah. Langkah 1 adalah dengan mencari suhu akhir air setelah dipanaskan. Langkah kedua adalah mencari suhu akhir air setelah dicampurkan dengan air panas yang kedua. Langkah 1 mencari suhu air Ketika dipanaskan $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$ $\Delta T = \frac{1000}{100 \times 1}$ $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ Karena ΔT adalah selisih suhu awal dan akhir, maka suhu awal air adalah 25°C $\Delta T = T - T_0$ $10^\circ\text{C} = T - 25^\circ\text{C}$	E

	<p>$T = 35^{\circ}\text{C}$</p> <p>T ini kita sebut sebagai T_1 dimana T_1 adalah suhu akhir air Ketika dipanaskan. Untuk mencari suhu akhir kita dipanaskan lagi memakai konsep suhu campuran.</p> $T_c = \frac{(m_A \times T_A) + (m_B \times T_B)}{m_A + m_B}$ $T_c = \frac{(100 \times 35) + (150 \times 60)}{100 + 150}$ $T_c = \frac{3500 + 9000}{250}$ $T_c = \frac{12500}{250}$ $T_c = 50^{\circ}\text{C}$	
35	<p>Kalor jenis adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu benda sebesar 1°C. Jika suatu benda memiliki kalor jenis tinggi, maka benda tersebut memerlukan lebih banyak kalor untuk mengalami kenaikan suhu yang sama dibanding benda dengan kalor jenis rendah. Akibatnya, benda akan memanaskan lebih lambat dan butuh waktu lebih lama untuk mencapai suhu tinggi.</p> <p>Pilihan lainnya salah karena:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. Salah → Benda dengan kalor jenis tinggi justru lambat panas, bukan cepat. • C. Salah → Titik didih tidak hanya bergantung pada kalor jenis tetapi juga sifat zat. • D. Salah → Proses peleburan bergantung pada kalor lebur, bukan hanya kalor jenis. • E. Salah → Kemudahan melebur bergantung pada titik lebur, bukan kalor jenis. 	B

Lampiran 1. 4 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar yang digunakan Dalam penelitian

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor	Memahami tentang thermometer dan bahan isian termometer	Peserta didik memahami digunakannya raksa dan alkohol sebagai isian dalam thermometer.	C2	1
	Peserta didik mampu menerapkan persamaan konversi suhu termometer dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik dapat menghitung hasil konversi suhu dari derajat Reamur ke derajat Kelvin	C3	2
	Peserta didik mampu menerapkan persamaan konversi suhu termometer dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik dapat menghitung perbandingan antara termometer satu dan lainnya jika salah satu termometer diketahui suhu dan termometer lainnya diketahui titik didih dan titik bekunya		3
	Menerapkan persamaan asas Black untuk mencari suhu campuran air.	Peserta didik dapat menghitung suhu campuran air dengan massa dan suhu sudah diketahui	C3	4
	Menganalisis konsep kalor dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik mampu menganalisis konsep dasar tentang kalor	C4	5
	Menerapkan persamaan kalor untuk menghitung perubahan suhu	Peserta didik mampu menghitung perubahan suhu benda jika diketahui besar	C3	6

		kapasitas kapasitor dan Kalor yang diberikan		
	Menganalisis kalor yang diperlukan untuk mencairkan seongkah es	Peserta didik mampu menganalisis jumlah kalor yang diperlukan untuk mencairkan sebuah balok es dengan suhu minus	C4	7
	Menerapkan persamaan kalor untuk menghitung perubahan suhu	Peserta didik mampu menghitung meghitung kalor jenis zat jika diketahui perubahan suhu benda dan banyak kalor	C3	8
	Menganalisis kalor yang diperlukan untuk mencairkan seongkah es	Peserta didik mampu menganalisis grafik perubahan suhu dan perubahan wujud air untuk menentukan besar massa air yang menguap dari proses A-E	C4	9
	Menghitung suhu keseimbangan dengan menerapkan konsep Asas Black	Peserta didik mampu menghitung suhu kesetimbangan air dan bejana jika masing masing masa dan suhu bejana diketahui	C3	10
	Menganalisis peristiwa untuk mencari massa suhu campuran, dan perpindahan kalor dengan menggunakan	Peserta didik mampu menganalisis besar massa es jika suhu air, kalor jenis air, kalor jenis es, dan kalor jenis sudah diketahui	C4	11

	konsep Asas Black	(memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)		
		Peserta didik mampu menganalisis besar suhu campuran antara sebungkas es (memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)	C4	12
		Peserta didik mampu menganalisis besar suhu campuran antara sebungkas es (memadukan konsep perubahan suhu dan perubahan wujud zat)	C4	13
	Memahami konsep perpindahan kalor suatu benda dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik dapat memahami peristiwa dalam sebuah gambar kemudian menghitung jenis perpindahan panas yang terjadi.	C2	14
		Peserta didik memahami pengaruh kalor jenis terhadap sifat dari suatu zat	C3	15
	Menerapkan konsep konduktivitas dalam menghitung suhu pada sambungan besi	Peserta didik mampu menghitung jumlah kalor yang merambat pada waktu tertentu pada sebuah logam	C3	16
Peserta didik dapat menghitung suhu		C3	17	

		sambungan pada besi jika diketahui suhu pada ujung ujung batang		
		Peserta didik mampu menghitung suhu sambungan pada besi jika diketahui suhu pada ujung ujung batang	C3	18
	Menerapkan konsep muai Panjang dalam kehidupan sehari hari	Peserta didik mampu menghitung pertambahan Panjang logam jika diketahui Panjang awal , suhu, dan Panjang logam.	C3	19
	Menghitung energi radiasi dari sebuah benda yang identik	Peserta didik mampu menghitung perbandingan energi radiasi dari sebuah benda yang identic dengan persamaan perpindahan kalor secara radiasi	C3	20

Lampiran 1. 5 Tes Hasil Belajar yang Digunakan Dalam Penelitian

Tes Hasil belajar yang Diujicobakan

Materi	: Suhu dan Kalor
Kelas	: XI
Semester	: Genap
Sekolah	: SMA Negeri 2 Singaraja
Alokasi Waktu	: 90 menit

Petunjuk Pengerjaan

1. Baca soal dengan seksama
2. Silanglah jawaban/opsi yang anda anggap benar pada soal
3. Jika anda mengganti jawaban cukup memberi tanda (=) pada opsi, kemudian memilih jawaban yang anggap anda benar
4. Jika ada soal yang membingungkan, bisa ditanyakan ke pengawas
5. Waktu pengerjaan soal 1 x 90 menit
6. Harap periksa jawaban sebelum dikumpulkan.
7. Dilarang menyontek jawaban teman, *“meskipun anda merasa tersesat karena mengerjakan dengan jujur, tetapi anda tersesat di jalan kebenaran, Berani jujur Hebat”*

Soal Pilihan Ganda

1. Termometer memiliki banyak jenis dan bahan dalam pembuatannya. Namun pada kehidupan sehari-hari kita sering melihat termometer menggunakan raksa dibandingkan alkohol untuk mengisi termometer. Berikut ini alasan yang kurang tepat pemilihan raksa sebagai pengisi termometer adalah.....(C2)
 - A. Air raksa tidak membasahi dinding kapiler
 - B. Air raksa mudah dilihat karena mengkilat
 - C. Air raksa cepat dalam menerima panas
 - D. Air raksa memiliki titik beku yang rendah
 - E. Air raksa memiliki titik didih yang rendah
2. Vina mengukur suhu ruangan dan didapat hasil sebesar 28°C . Jika Vina hendak mengukur ruangan yang sama dengan menggunakan termometer skala Kelvin, maka nilai yang ditunjukkan oleh termometer skala Kelvin adalah.....(C3)
 - A. 245K
 - B. -245K
 - C. 311K
 - D. 301K
 - E. -301K
3. Pada termometer X, titik beku air adalah -50°X dengan titik didih 250°X . Jika suatu benda diukur dengan termometer Celsius menunjukkan suhu 60°C , maka bila diukur dengan termometer X, suhu yang ditunjukkan pada skala X adalah..... (C3)
 - A. 50°C
 - B. 75°C

- C. 100°C
- D. 130°C
- E. 150°C

4. Adi dan Putra adalah dua saudara yang sangat kompak. Pada suatu hari Adi dan Putra berangkat untuk berkemah. Karena udara dingin Adi dan Putra hendak membuat air hangat. Untuk membuat air hangat Adi dan Putra mencampurkan air dingin dan air panas. Adi memiliki air dengan massa 400 g dengan suhu 90°C , sedangkan Putra membawa air dingin dengan massa 600 g dengan suhu 20°C . Untuk membuat air hangat maka kedua air tersebut harus dicampur. Suhu akhir campuran tersebut adalah..... $^{\circ}\text{C}$ (C3)

- A. 55°C
- B. 53°C
- C. 51°C
- D. 48°C
- E. 45°C

5. Sebuah logam dengan massa 2 ons dipanaskan di dalam pemanggang hingga mencapai suhu 100°C . Setelah panas, logam tersebut dicelupkan ke dalam fluida dengan suhu 25°C . Setelah beberapa saat terjadi termal equilibrium antara air dan logam pada suhu 35°C . Analisislah peristiwa di atas dan pilih pernyataan yang benar adalah....(C4)

- A. Energi kalor dalam logam bertambah dikarenakan logam menyerap kalor
- B. Energi kalor logam berkurang dikarenakan logam melepas kalor ke fluida
- C. Energi kalor pada fluida berkurang karena melepas kalor ke logam
- D. Energi kalor air meningkat dikarenakan air melepas kalor ke logam
- E. Energi kalor logam berkurang karena menyerap kalor dari fluida

6. Pada hari minggu andre bergadang untuk membuat tugas. Akhirnya karena sudah larut malam Andre memutuskan untuk membuat Kopi. Andre memanaskan air dengan suhu mula – mula 20°C hingga suhu 90°C . Jika massa air yang dipanaskan Andre adalah 200 gram dan kalor jenis air $1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ maka jumlah kalor yang diperlukan untuk memanaskan air tersebut adalah....(C3)

- A. 58,8 KJ
- B. 588 KJ
- C. 5880KJ
- D. 58800KJ
- E. 588000KJ

7. Doni mencairkan sebangkah es dengan massa 1000 gram hingga menjadi air dengan suhu 5°C . Jika suhu mula mulai es adalah -4°C . Jumlah kalor yang diperlukan dalam proses tersebut adalah..... (jika diketahui kalor jenis es $2100 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis air $4200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 336.000J/Kg) (C4)

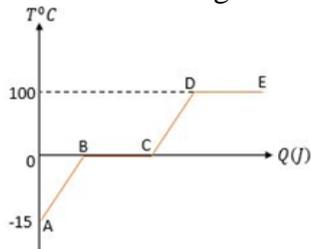
- A. 3.570.000 J
- B. 357.000 J
- C. 345.000 J
- D. 12.600 J
- E. 8400 J

8. Dek Adi adalah seorang siswa yang diminta untuk menentukan kalor untuk menentukan kalor jenis suatu zat secara acak. Massa zat acak ini sebesar 5000

gram. Kemudian zat ini dipanaskan dari suhu awal $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jika zat tersebut memerlukan kalor sebanyak 90 kJ untuk menaikkan suhu zat, maka besar kalor jenis zat tersebut adalah.....(C3)

- A. $210\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- B. $215\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- C. $220,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- D. $225\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
- E. $225,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

9. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Sebuah es dengan massa 2 kg dengan suhu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dipanaskan hingga menguap jika kalor jenis adalah $2100\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis air $4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es adalah 336.000 J/kg dan kalor uap air adalah $2.260.000$, jumlah kalor yang diperlukan dari proses A ke E adalah.....

- A. $6.095.000\text{ J}$
- B. $6.995.000\text{ J}$
- C. $6.795.000\text{ J}$
- D. $6.595.000\text{ J}$
- E. $6.099.000\text{ J}$

10. Miki memasukan air dengan massa $0,5\text{ kg}$ dengan suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ke dalam wadah aluminium yang memiliki massa 1 kg . Suhu wadah tempat Miki memasukan air adalah $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jika diketahui kalor jenis dari wadah adalah $900\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ maka berapakah suhu kesetimbangan yang dicapai air dan wadah adalah..... $^{\circ}\text{C}$ (anggap tidak ada kalor yang berpindah ke lingkungan) (C3)

- A. 52
- B. 60
- C. 62
- D. 72
- E. 70

11. Sepotong besi bermassa 200 gram dengan suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dimasukan ke dalam 500 gram air dengan suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dengan mengabaikan pertukaran kalor dengan lingkungan. Jika kalor jenis besi adalah $450\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ maka suhu campuran yang terbentuk adalah.....

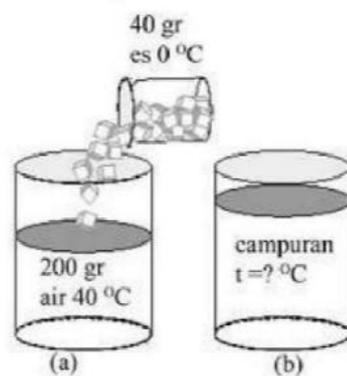
- A. $77,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B. $76,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. $75,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D. $74,4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- E. $73,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

12. Sebanyak $0,5\text{ kg}$ balok es dengan suhu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dicampur dengan menggunakan air sebanyak 1 kg dengan suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jika kalor jenis air adalah

4200 J/kg°C, kalor jenis es adalah 2100 J/kg°C dan kalor lebur es adalah 336.000 J/kg. Jika dianalisis berapakah suhu air campuran tersebut adalah....

- A. 20 °C
- B. 30 °C
- C. 40 °C
- D. 50 °C
- E. 60 °C

13. Perhatikanlah gambar berikut ini!



Dalam sebuah gelas berisi 200 gram air dengan suhu 40°C. Setelah itu dimasukkan 40 gram es dengan suhu 0°C. Jika kapasitas kalor gelas 20 kal/°C, kalor lebur es adalah 80 kal/g, dan kalor jenis air 1 kal/gram°C, maka buktikan suhu kesetimbangan kedua campuran adalah

- A. 5°C
- B. 10 °C
- C. 15 °C
- D. 20 °C
- E. 25 °C

14. Pada hari minggu Kadek dan Komang memutuskan untuk bergadang untuk menikmati langit malam. Karena udara terasa semakin dingin dan berhembus sangat kencang. Kadek dan Komang memutuskan untuk membuat Api Unggun.



Setelah api unggun menyala Kadek dan Komang pun merasa hangat. Berdasarkan peristiwa di atas jika mengaitkan dengan perpindahan kalor, maka jenis perpindahan kalor yang bekerja adalah..... (C2)

- A. Konduksi
- B. Radiasi dan Konveksi
- C. Radiasi

- D. konveksi
- E. Konduksi dan radiasi

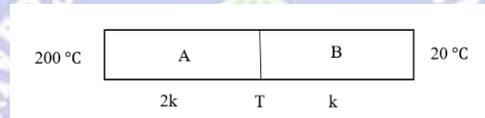
15. Jika sebuah benda memiliki kalor jenis yang tinggi, maka jika diberikan kalor peristiwa yang terjadi adalah.... (C2)

- A. Benda tersebut akan panas dalam waktu yang singkat
- B. Benda tersebut akan panas dalam waktu yang lama
- C. Benda tersebut akan cepat mendidih
- D. Benda tersebut akan cepat melebur
- E. Benda tersebut akan sangat mudah jika dileburkan

16. Andi memanaskan ujung batang besi homogen yang salah satu ujungnya dipanaskan. luas penampang dari batang besi tersebut adalah 20 cm^2 dengan konduktivitas termal $4 \times 10^5 \text{ J/s.m. } ^\circ\text{C}$. Jika panjang batang 2 meter dan perbedaan suhu antar ujung batang adalah 50°C . Maka kalor yang merambat pada besi selama 2 detik adalah..... (C3)

- A. $4 \times 10^3 \text{ J}$
- B. $12 \times 10^4 \text{ J}$
- C. $40 \times 10^4 \text{ J}$
- D. $24 \times 10^3 \text{ J}$
- E. $4 \times 10^4 \text{ J}$

17. Perhatikanlah gambar ilustrasi berikut ini!



Dua buah batang A dan B berukuran sama, masing masing mempunyai koefisien konduksi $2k$ dan k . Keduanya dihubungkan menjadi satu dan pada ujung ujung yang bebas dikenakan suhu seperti gambar di atas. Jika dianalisis dari ilustrasi gambar di atas, maka Suhu pada sambungan (T) adalah.... (C4)

- A. 100°C
- B. 110°C
- C. 120°C
- D. 130°C
- E. 140°C

18. Analisislah gambar ilustrasi berikut ini!



Pada gambar di atas jika Panjang dan luas kedua logam diasumsikan sama namun dengan besar konduktivitas logam X duakali konduktivitas logam Y, maka suhu sambungan pada titik T adalah.... (C4)

- A. 40°C
- B. 45°C
- C. 50°C
- D. 55°C
- E. 60°C

19. Sebuah batang logam dengan panjang 2 m kemudian dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu sebesar 50°C . Jika koefisien muai Panjang logam

tersebut adalah $0,00002/^{\circ}C$, pertambahan Panjang logam tersebut adalah.....(C3)

- A. 0,002
- B. 0,005
- C. 0,02
- D. 0,05
- E. 0,1

20. Jika terdapat buah benda hitam A dan B yang memancarkan energi. Jumlah energi yang dipancarkan benda A dan B berturut turut adalah 400 K dan 1600 K. Jika diasumsikan benda tersebut adalah identik, maka perbandingan jumlah anergi yang dipancarkan adalah.....(C3)

- A. 1 : 256
- B. 1 :132
- C. 1 : 16
- D. 1 : 6
- E. 1 : 4



Lampiran 1. 6 Pembahasan dan Kunci Jawaban tes Hasil Belajar Yang digunakan
Dalam Penelitian

No	Pembahasan	Kunci Jawaban
1	<p>Keuntungan memakai raksa adalah Tidak membasahi dinding kapiler → Memudahkan pembacaan suhu yang akurat. Mengkilat, mudah dilihat → Memudahkan pengamatan skala suhu. Cepat menyerap panas → Memberikan respons cepat terhadap perubahan suhu. Memiliki titik beku rendah → Dapat digunakan dalam suhu dingin tanpa membeku. Karena pilihan E kontradiksi sehingga Pilihan E kurang tepat. Air raksa memiliki titik didih yang tinggi dan titik beku yang rendah sehingga sangat cocok digunakan dalam termometer.</p>	E
2	<p>Diketahui skala termometer skala Celsius adalah 28°C. Jika diubah maka</p> $TK = T^{\circ}C + 273$ $TK = 28 + 273$ $TK = 301K$	D
3	<p>Berdasarkan Soal Diketahui Titik beku air = - 50°X Titik didih air = 250 °X T°C = 60°C Ditanya : besar suhu jika diukur dengan termometer X</p> $\frac{x - (-50)}{250 - (-50)} = \frac{60 - 0}{100 - 0}$ $\frac{x + 50}{300} = \frac{60}{100}$ $100X + 5000 = 18000$ $100X = 13000$ $X = 130$	D
4	<p>Diketahui $m_A = 400 \text{ gram}$ $T_A = 90^{\circ}C$ $m_B = 600 \text{ gram}$ $T_B = 20^{\circ}C$ Ditanya : T_c? Jawaban</p> $T_c = \frac{(m_A \times T_A) + (m_B \times T_B)}{m_A + m_B}$ $T_c = \frac{(400 \times 90) + (600 \times 20)}{400 + 600}$	D

	$T_c = \frac{(36000)+(12000)}{1000}$ $T_c = \frac{48000}{1000}$ $T_c = 48^\circ\text{C}$	
5	<p>Penyelesaian</p> <p>Konsep yang digunakan adalah kesetimbangan termal (<i>thermal equilibrium</i>) antara besi dan logam.</p> <p>Logam melepas kalor dan air menerima kalor</p> <p>Energi kalor logam berkurang, dan air bertambah. $Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = m_{logam} \cdot c_{logam} \cdot \Delta T_{logam}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{logam} \cdot c_{logam} \cdot (T_{termal} - T_{logam})$	B
6	<p>Diketahui</p> $m = 200\text{gram} = 0,2\text{Kg}$ $c = 1 \frac{\text{kal}}{\text{gr}}^\circ\text{C} = 4200\text{J/kg}^\circ\text{C}$ $\Delta T = 90 - 20 = 70^\circ\text{C}$ <p>Ditanya : Q</p> <p>Penyelesaian</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ <p>Karena satuannya sudah sama maka dapat langsung dicari</p> $Q = 0,2 \cdot 4200 \cdot 70$ $Q = 58.800\text{ J}$ $Q = 58.8\text{KJ}$	A
7	<p>Diketahui</p> $m = 1000\text{ gram} = 1\text{ Kg}$ $C_{es} = 2100\text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ $C_{air} = 4200\text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ $L_{es} = 336000\text{J/Kg}^\circ\text{C}$ $T_1 = -4^\circ\text{C}$ $T_2 = 3^\circ\text{C}$ <p>Ditanya : Q pada T air 3°C</p> <p>Langkah 1 terjadi perubahan suhu</p> <p>Karena es masih berbentuk padat maka perlu dipanaskan sehingga</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 1.2100 \cdot (0 - (-4))$ $Q = 1.2100 \cdot (4)$ $Q = 8400\text{ J}$ <p>Banyak kalor Suhu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 0°C adalah 8400J</p> <p>Untuk menjadi cair memerlukan kalor lebur air</p>	B

	$Q = m \cdot L$ $Q = 1.336000$ $Q = 336000 \text{ J}$ <p>Untuk menaikkan suhu air dari 0°C menuju 3°C maka menggunakan perubahan suhu dan kalor jenis air Sehingga</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 1.4200 \cdot (3-0)$ $Q = 1.4200 \cdot 3$ $Q = 12.600 \text{ J}$ <p>Sehingga energi total yang diperlukan untuk mengubah seongkah es dengan besar 1 Kg dari suhu -4°C menjadi 3°C berbentuk cair sebesar Q total Maka : $8400\text{J} + 336.000 + 12.600 = 357.000 \text{ J}$</p>	
8	<p>Diketahui :</p> $m = 5 \text{ kg}$ $\Delta T = 80^\circ\text{C}$ $Q = 90 \text{ KJ} = 90.000 \text{ J}$ $\Delta T = 90 - 20 = 70^\circ\text{C}$ <p>Ditanya : c</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $c = \frac{Q}{m \Delta T}$ $c = \frac{90.000}{5 \cdot 70}$ $c = \frac{90.000}{350}$ $c = 257,14 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$	D
9	<p>Langkah-langkah perubahan wujud dan suhu:</p> <ol style="list-style-type: none"> A \rightarrow B: Memanaskan es dari -15°C ke 0°C $Q_1 = m \times c_{\text{ice}} \times \Delta T = 2 \times 2100 \times 15 = 63.000 \text{ J}$ B \rightarrow C: Meleburkan es pada 0°C $Q_2 = m \times L = 2 \times 336.000 = 672.000 \text{ J}$ C \rightarrow D: Memanaskan air dari 0°C ke 100°C $Q_3 = m \times c_{\text{water}} \times \Delta T = 2 \times 4200 \times 100 = 840.000 \text{ J}$ D \rightarrow E: Menguapkan air menjadi uap pada 100°C $Q_4 = m \times U = 2 \times 2.260.000 = 4.520.000 \text{ J}$ <p>Total kalor:</p>	D

	$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 63.000 + 672.000 + 840.000 + 4.520.000$ $Q_{\text{total}} = 6.095.000 \text{ Joule}$	
10	<p> $m_{\text{air}} = 0,5 \text{ kg}$ $m_{\text{bejana}} = 1 \text{ kg}$ $T_{\text{air}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{bejana}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $c_{\text{bejana}} = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ </p> <p>Ditanya T_{termal} Penyelesaian $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{wadah}} \cdot c_{\text{wadah}} \cdot \Delta T_{\text{wadah}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_{\text{air}} - T_{\text{termal}}) = m_{\text{wadah}} \cdot c_{\text{wadah}} \cdot (T_{\text{termal}} - T_{\text{wadah}})$ $0,5 \cdot 4200 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 1 \cdot 900 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 900 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 900 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $168.000 - 2100 T_{\text{termal}} = 900 T_{\text{termal}} - 18.000$ $186.000 = 3100 T_{\text{termal}}$ $60 = T_{\text{termal}}$ </p>	C
11	<p>Diketahui $m_{\text{air}} = 0,8 \text{ kg}$ $m_{\text{aluminium}} = 0,2 \text{ kg}$ $T_{\text{air}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{bejana}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ $c_{\text{aluminium}} = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ </p> <p>Ditanya T_{termal} Penyelesaian $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{aluminium}} \cdot c_{\text{aluminium}} \cdot \Delta T_{\text{bejana}}$ $m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_{\text{air}} - T_{\text{termal}}) = m_{\text{aluminium}} \cdot c_{\text{aluminium}} \cdot (T_{\text{termal}} - T_{\text{bejana}})$ $0,8 \cdot 4200 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 0,2 \cdot 900 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 180 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $2100 \cdot (80 - T_{\text{termal}}) = 180 \cdot (T_{\text{termal}} - 20)$ $168.000 - 2100 T_{\text{termal}} = 180 T_{\text{termal}} - 3600$ $169.800 = 2190 T_{\text{termal}}$ $77,5 = T_{\text{termal}}$ </p>	C

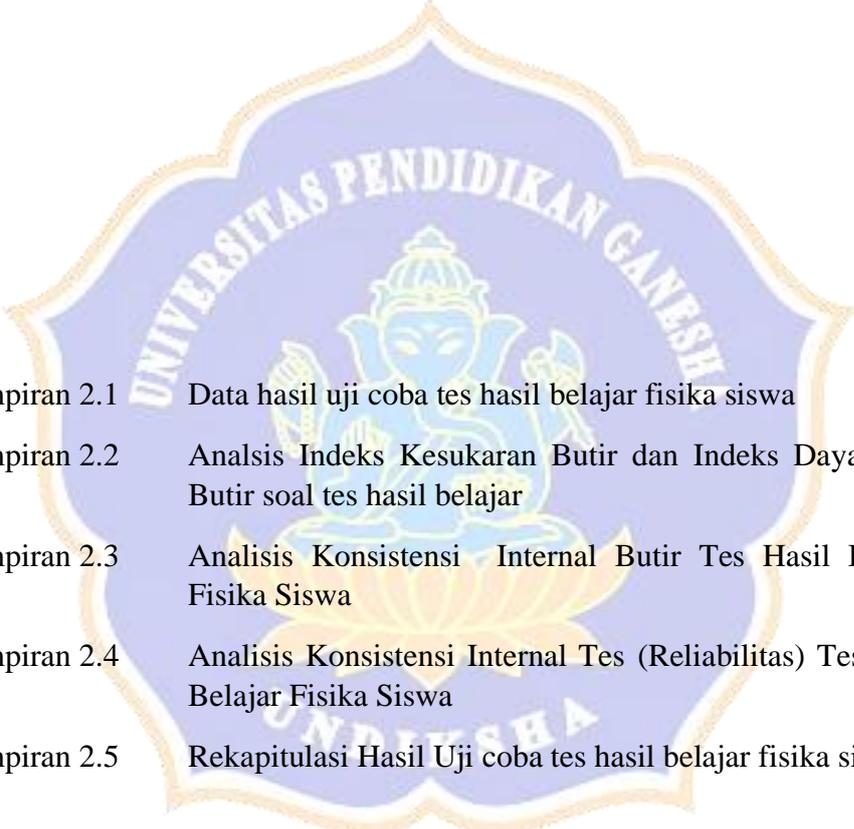
12	<p>Penyelesaian</p> $m_{air} = 1\text{ kg}$ $m_{es} = 0,5\text{ kg}$ $T_{air} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{es} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_{air} = 4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ $c_{es} = 2100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ $L_{es} = 336.000\text{ J/kg}$ <p>Ditanya</p> <p>Suhu campuran (T_c)</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} + (m_{es} \cdot L_{es})$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = m_{es} \cdot c_{es} \cdot (T_{termal} - T_{es}) + (m_{es} \cdot L_{es})$ $1.4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 0,5 \cdot 2100 \cdot (0 - (-40)) + 0,5 \cdot 336.000$ $4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 1050 \cdot (40) + 168.000$ $4200 \cdot (80 - T_{termal}) = 1050 \cdot (40) + 168.000$ $336.000 - 4200 T_{termal} = 42.000 + 168.000$ $336.000 - 4200 T_{termal} = 210.000$ $136.000 = 4200 T_{termal}$ $30 = T_{termal}$	B
13	<p>Penyelesaian</p> $m_{air} = 200\text{ g}$ $m_{es} = 40\text{ g}$ $T_{air} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{es} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_{air} = 1\text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ $L_{es} = 80\text{ kal/g}$ <p>Ditanya</p> <p>T_c</p> <p>Penyelesaian</p> <p>$Q_{lepas} = Q_{terima}$</p> $m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = (m_{es} \cdot L_{es}) + m_{es} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air}$ $m_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{air} - T_{termal}) = (m_{es} \cdot L_{es}) + m_{es} \cdot c_{air} \cdot (T_{es} - T_{termal})$ $200 \cdot 1 \cdot (40 - T_{termal}) = 40 \cdot 80 + 40 \cdot 1 \cdot (0 - T_{termal})$ $200 \cdot (40 - T_{termal}) = 3200 + 40 T_{termal}$ $8000 - 200 T_{termal} = 3200 + 40 T_{termal}$ $4800 = 240 T_{termal}$ $T_{termal} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	D

14	<p>Jawaban :</p> <p>Perpindahan kalor terjadi secara konveksi dan radiasi. Perpindahan secara konveksi terjadi karena api memanaskan molekul udara sehingga membuat suhu menjadi meningkat. Perpindahan radiasi terjadi dikarenakan api memancarkan panas langsung ke objek.</p>	B
15	<p>Kalor jenis suatu bahan akan mempengaruhi sifat bahan tersebut. Semakin besar kalor jenis maka benda akan cenderung memerlukan waktu yang lama saat dipanaskan, sedangkan semakin kecil kalor jenis maka akan memerlukan waktu yang lebih sedikit untuk panas. Sehingga pernyataan yang paling tepat adalah pernyataan pilihan B</p>	B
16	<p>Diketahui</p> $A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $k = 4 \times 10^5 \text{ J/s.m.}^\circ\text{C}$ $L = 1 \text{ m}$ $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ <p>Ditanya : Q (t=2 detik)</p> $H = \frac{Q}{t} = \frac{k.A.\Delta T}{L}$ $Q = \frac{k.A.\Delta T}{L} t$ $Q = \frac{4 \times 10^5 \text{ J/s.m.}^\circ\text{C} \cdot 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 50^\circ\text{C}}{1} \cdot 2 \text{ s}$ $Q = \frac{4 \times 10^5 \text{ J/s.m.}^\circ\text{C} \cdot 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 50^\circ\text{C}}{1} \cdot 2 \text{ s}$ $Q = 4 \times 10^4 \text{ J}$	E
17	<p>Penyelesaian</p> $H_A = H_B$ $\frac{k_A \cdot A_A \cdot \Delta T_A}{L_A} = \frac{k_B \cdot A_B \cdot \Delta T_B}{L_B}$ $k_A \cdot \Delta T_A = k_B \cdot \Delta T_B$ $2k (200^\circ\text{C} - T) = k \cdot (T - 20^\circ\text{C})$ $2k (200^\circ\text{C} - T) = k \cdot (T - 20^\circ\text{C})$ $400^\circ\text{C} - 2T = T - 20^\circ\text{C}$ $420^\circ\text{C} = 3T$ $140^\circ\text{C} = T$	E
18	<p>Penyelesaian</p> <p>Diketahui</p> <p>Panjang batang dan luas logam X dan Y adalah sama</p> $T_X = 80^\circ\text{C}$ $T_Y = 30^\circ\text{C}$ $k_X = 2k_Y$ <p>Ditanya : T</p> <p>Penyelesaian</p> $H_A = H_B$	E

	$\frac{k_X \cdot A_X \cdot \Delta T_X}{L_X} = \frac{k_Y \cdot A_Y \cdot \Delta T_Y}{L_Y}$ $k_X \cdot \Delta T_X = k_Y \cdot \Delta T_Y$ $2k_X (80^\circ\text{C} - T) = k_X (T - 30^\circ\text{C})$ $160^\circ\text{C} - 2T = T - 30^\circ\text{C}$ $180^\circ\text{C} = 3T$ $60^\circ\text{C} = T$	
19	Penyelesaian $= 0,00002 \cdot 2.2.50 = 0,002 \text{ meter}$	A
28	$T_1 = 400 \text{ K}$ $T_2 = 1600 \text{ K}$ $e_1 = e_2$ $A_1 = A_2$ Maka $\frac{W_1}{W_2} = \frac{e_1 \cdot A_1 \cdot T_1^4}{e_2 \cdot A_2 \cdot T_2^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{4^4}{16^4}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{16^4}{65536}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{1}{256}$	A



LAMPIRAN II
HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN

- 
- Lampiran 2.1 Data hasil uji coba tes hasil belajar fisika siswa
- Lampiran 2.2 Analisis Indeks Kesukaran Butir dan Indeks Daya Beda Butir soal tes hasil belajar
- Lampiran 2.3 Analisis Konsistensi Internal Butir Tes Hasil Belajar Fisika Siswa
- Lampiran 2.4 Analisis Konsistensi Internal Tes (Reliabilitas) Tes Hasil Belajar Fisika Siswa
- Lampiran 2.5 Rekapitulasi Hasil Uji coba tes hasil belajar fisika siswa

Lampiran 2. 1 Data hasil uji coba tes hasil belajar fisika siswa

Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

Pokok Bahasan : Suhu dan Kalor
 Nama Sekolah : SMA negeri 2 Singaraja
 Kelas : XI
 Jumlah Responden : 75
 Jumlah Butir Soal : 35

❖ Butir Soal Nomor 1-12

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
7	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
10	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
18	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
19	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
20	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
21	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
25	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
29	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
30	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
32	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
33	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
35	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
36	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
37	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
38	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
39	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
40	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
42	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
43	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
44	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
45	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
46	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
47	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
48	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
49	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
50	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
52	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
53	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
54	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
55	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
56	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
57	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
58	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
59	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
60	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
61	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
62	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
63	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
64	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
65	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
66	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
67	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
68	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
70	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
71	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
72	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
73	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
74	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
75	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

❖ Nomor Butir Soal 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
7	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
8	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
9	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
10	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
13	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
18	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
19	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
21	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
24	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
25	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
28	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
29	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
32	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
33	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
35	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
36	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
37	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
38	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
39	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
40	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
41	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
42	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
43	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
44	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
45	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
46	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
48	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
51	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
52	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
53	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
54	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
55	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
56	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
57	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
58	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
59	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
61	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
62	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
63	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
64	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
65	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
67	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
69	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
70	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
71	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
72	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
73	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
74	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
75	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

❖ Nomor Butir Soal 25 – 35

Nomor	Nomor Soal											Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	15
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	19
3	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	16
4	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	22
5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	26
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	21
7	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	14
8	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	20

Nomor	Nomor Soal											Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
9	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	24
10	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	13
11	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	18
12	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	30
13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
14	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	24
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	18
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14
17	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	28
18	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	24
19	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	17
20	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	24
21	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	25
22	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	30
23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	22
24	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	15
25	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	14
26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	17
27	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	17
28	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	25
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22
30	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	11
31	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	25
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13
34	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	9
35	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	29
36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	25
37	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	17
38	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	18
39	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	22
40	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	21
41	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	14
42	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	21
43	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	24
44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15
45	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	12
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	26
47	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	13
48	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	22
49	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10
50	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	17
51	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	21
52	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21

Nomor	Nomor Soal											
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Total
53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	16
54	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	15
55	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	29
56	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	14
57	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	12
58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	17
59	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	21
60	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	18
61	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	21
62	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	24
63	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	23
64	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	21
65	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	16
66	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	13
67	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	20
68	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	26
69	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13
70	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	12
71	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	12
72	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	21
73	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	19
74	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	21
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29

Kelompok Atas 27%

Nomor Butir Soal 1-12

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
9	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
18	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
20	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
23	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
29	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
31	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Nomor Butir Soal 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
8	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
9	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
13	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
18	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
19	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
21	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
28	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
29	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
31	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0

Nomor Butir Soal 24 – 35

Nomor Responden	Nomor Soal											Skor Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	20
4	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	22
5	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	26
6	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	21
8	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	20
9	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	30
13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25

Nomor Responden	Nomor Soal											Skor Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
14	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
15	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	18
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	28
18	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	23
19	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	18
20	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	24
21	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	26
22	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	30
23	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	21
28	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	25
29	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	21
31	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24

Kelompok bawah 27%

Nomor Butir Soal 1-12

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
10	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
11	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
24	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
25	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
26	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
30	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
33	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
34	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
37	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
41	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
44	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
45	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
47	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
49	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
50	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1

Nomor Butir Soal 13-25

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
7	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
10	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
25	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
33	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
37	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
44	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
45	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
47	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0

Nomor Butir Soal 25-35

Nomor Responden	Nomor Soal											Skor Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	15
10	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	13
11	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	17
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	14
25	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	13
26	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	16
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	17
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	12
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10
37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	17
41	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	13
44	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15

Nomor Responden	Nomor Soal											Skor Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13
49	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	11
50	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17



Lampiran 2. 2 Analisis Kesukuran Butir dan Indeks Daya Beda Butir Soal Tes Hasil Belajar Fisika

❖ Butir Soal Nomor 1-12

Respon de n	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
3	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
9	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
10	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
11	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
18	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
20	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
23	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
24	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
25	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
26	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
29	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
30	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
32	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
33	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
34	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
35	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
36	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
37	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
38	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
39	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
40	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Respon de n	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
42	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
43	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
44	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
45	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
46	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
47	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
48	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
49	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
50	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
51	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
52	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
53	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
54	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
55	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
57	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
58	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
59	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
60	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
61	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
62	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
63	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
64	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
65	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
66	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
67	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
68	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
70	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
71	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
72	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
73	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
74	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
75	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
IDB	0.0	0.0	0.1	-	0.1	0.2	0.0	-	0.1	0.2	0.3	0.1
	35	35	74	06	07	38	27	94	36	29	03	93
	7	7	8	8	1	6	4	2	8	5	2	0
IKB	0.9	0.9	0.4	0.9	0.9	0.5	0.1	0.2	0.8	0.7	0.4	0.9
	86	86	66	60	60	06	60	26	00	86	40	06
	7	7	7	0	0	7	0	7	0	7	0	7

❖ Nomor Butir Soal 13-24

Responde n	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
7	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
8	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
9	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
10	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
13	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
18	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
19	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
21	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
24	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
25	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
28	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
29	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
32	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
33	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
35	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
36	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
37	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
38	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0

Respon de n	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
39	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
40	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
41	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
42	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
43	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
44	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
45	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
46	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
48	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
51	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
52	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
53	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
54	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
55	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
56	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
57	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
58	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
59	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
60	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
61	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
62	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
63	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
64	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
65	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
66	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
67	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
69	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
70	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
71	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
72	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
73	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
74	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
75	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
IDB	0.4 50 6	0.6 01 8	0.4 21 7	0.1 54 3	0.1 80 9	- 00 6	0.2 47 7	0.2 81 2	0.2 08 2	0.0 98 0	0.5 60 0	0.5 60 0
IKB	0.7 46 7	0.5 20 0	0.8 00 0	0.3 46 7	0.6 13 3	0.6 40 0	0.2 26 7	0.5 33 3	0.7 73 3	0.2 40 0	0.3 86 7	0.3 86 7

❖ Nomor Butir Soal 25 – 35

Respon de n	Nomor Soal											To tal
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	20
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
4	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	22
5	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	26
6	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	21
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	15
8	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	20
9	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
10	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	13
11	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	17
12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	30
13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
14	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
15	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	18
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	28
18	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	23
19	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	18
20	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	24
21	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	26
22	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	30
23	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	21
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	14
25	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	13
26	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	16
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	17
28	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	25
29	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	21
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12
31	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
32	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	12
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10

Respon de n	Nomor Soal											To tal
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
35	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	27
36	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	17
38	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	18
39	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	22
40	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	21
41	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	13
42	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	21
43	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
44	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15
46	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	27
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13
48	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	22
49	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	11
50	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17
51	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	19
52	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	23
53	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16
54	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	16
55	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	29
56	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17
57	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	13
58	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	20
59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21
60	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	18
61	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	22
62	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	23
63	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	21
64	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	21
65	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	18
66	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	16
67	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	22
68	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	27
69	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15
70	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14
71	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
72	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	21
73	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	20
74	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	21
75	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	29
IDB	0.3 37 4	0.3 74 6	0.1 55 8	0.4 67 3	0.5 87 4	- 00 0.0	0.8 00 9	- 00 0.0	0.3 93 6	0.0 01 5	0.3 29 0	

Responde n	Nomor Soal											To tal
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
						01 5		79 0				
IKB	0.6 40 0	0.4 13 3	0.1 33 3	0.4 00 0	0.5 46 7	0.2 13 3	0.5 73 3	0.0 93 3	0.7 46 7	0.7 86 7	0.8 13 3	



Lampiran 2. 3 Hasil Analisis Konsistensi Butir Internal Tes Hasil Belajar

Fisika dengan *Microsoft excel*

❖ Butir Soal Nomor 1-12

Respon de n	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
7	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
10	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
18	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
19	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
20	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
21	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
25	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
29	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
30	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
32	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
33	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
34	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
35	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
36	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
37	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
38	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1

Respon de n	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
40	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
42	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
43	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
44	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
45	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
46	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
47	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
48	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
49	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
50	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
52	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
53	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
54	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
55	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
56	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
57	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
58	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
59	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
60	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
61	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
62	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
63	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
64	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
65	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
66	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
67	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
68	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
70	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
71	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
72	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
73	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
74	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
75	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
JB	74	74	36	72	69	38	12	17	55	60	33	68
P	0.9 86 7	0.9 86 7	0.4 80 0	0.9 60 0	0.9 20 0	0.5 067	0.1 600	0.2 267	0.7 333	0.8 000	0.4 400	0.9 067
Q	0.0 13 3	0.0 13 3	0.5 20 0	0.0 40 0	0.0 80 0	0.4 933	0.8 400	0.7 733	0.2 667	0.2 000	0.5 600	0.0 933

Respon de n	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PQ	0.0 13 2	0.0 13 2	0.2 49 6	0.0 38 4	0.0 73 6	0.2 500	0.1 344	0.1 753	0.1 956	0.1 600	0.2 464	0.0 846
Mt	19, 49											
Sdt	5,2 5											
Mp	19. 62 16	19. 62 16	21. 27 78	19. 63 89	20. 02 90	21. 473 7	21. 583 3	19. 705 9	20. 527 3	20. 333 3	22. 484 8	20. 014 7
Rpbh i/ Vali ditas	0.2 09 8	0.2 09 8	0.3 26 0	0.1 35 6	0.3 45 4	0.3 816	0.1 734	0.0 219	0.3 260	0.3 194	0.5 042	0.3 090
R tabel	0.2 27 2											
Hasil	Tid ak Val id	Tid ak Val id	Val id	Tid ak Val id	Val id	Val id	Tid ak Val id	Tid ak Val id	Val id	Val id	Val id	Val id
Vari ans	0.0 13 3	0.0 13 3	0.2 53 0	0.0 38 9	0.0 74 6	0.2 533	0.1 362	0.1 777	0.1 982	0.1 622	0.2 497	0.0 858
Juml ah varia n	6.4 60 9											
Real ilitas K r 20	0.7 95 4											

❖ Nomor Butir Soal 13-24

Resp onde n	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
7	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
8	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0

Respon de n	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
10	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
13	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
18	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
19	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
21	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
24	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
25	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
28	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
29	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
31	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
32	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
33	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
35	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
36	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
37	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
38	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
39	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
40	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
41	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
42	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
43	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
44	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
45	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
46	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
48	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
51	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
52	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0

Respon de n	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
53	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
54	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
55	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
56	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
57	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
58	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
59	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
61	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
62	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
63	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
64	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
65	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
67	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
69	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
70	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
71	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
72	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
73	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
74	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
75	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
JB	51	39	60	32	40	48	17	40	49	18	29	29
P	0.6 80 0	0.5 20 0	0.8 00 0	0.4 26 7	0.5 33 3	0.6 40 0	0.2 26 7	0.5 33 3	0.6 53 3	0.2 40 0	0.3 86 7	0.3 86 7
Q	0.3 20 0	0.4 80 0	0.2 00 0	0.5 73 3	0.4 66 7	0.3 60 0	0.7 73 3	0.4 66 7	0.3 46 7	0.7 60 0	0.6 13 3	0.6 13 3
PQ	0.2 17 6	0.2 49 6	0.1 60 0	0.2 44 6	0.2 48 9	0.2 30 4	0.1 75 3	0.2 48 9	0.2 26 5	0.1 82 4	0.2 37 2	0.2 37 2
Mt	19, 49											
Sdt	5,2 5											
Mp	21. 29 41	22. 87 18	20. 83 33	21. 43 75	21. 07 50	19. 60 42	22. 00 00	21. 47 50	20. 65 31	22. 44 44	24. 24 14	24. 03 45
Rpb hi/ Vali ditas	0.4 99 1	0.6 68 6	0.5 09 5	0.3 18 9	0.3 21 5	0.0 28 1	0.2 58 0	0.4 02 8	0.3 02 7	0.3 15 3	0.7 16 8	0.6 85 5

Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
R tabel												
Hasil	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid
Varians	0.2205	0.2530	0.1622	0.2479	0.2523	0.2335	0.1777	0.2523	0.2295	0.1849	0.2404	0.2404
Jumlah Varians	0.7954											
Realibilitas (Kruskal 20)	0.9867											

❖ **Nomor Butir Soal 25 – 35**

Responden	Nomor Soal											Total
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	19
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	16
4	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	22
5	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	26
6	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	21
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	14
8	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	20
9	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
10	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	13
11	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	18
12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	30
13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
14	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
15	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	18
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	28
18	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	24
19	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	17

Respon de n	Nomor Soal											T o t a l
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
20	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	24
21	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	25
22	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	30
23	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	22
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	15
25	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	14
26	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	17
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	17
28	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	25
29	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	22
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	11
31	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
32	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	13
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9
35	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	29
36	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	25
37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	17
38	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	18
39	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	22
40	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	21
41	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	14
42	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	21
43	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	24
44	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12
46	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	26
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13
48	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	22
49	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	10
50	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17
51	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	21
52	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	21
53	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16
54	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	15
55	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	29
56	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	14
57	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	12
58	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	17
59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21
60	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	18
61	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	21
62	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	24

Respon de n	Nomor Soal											T ot al
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Real bilita s (Kr 20)	0,7 744											

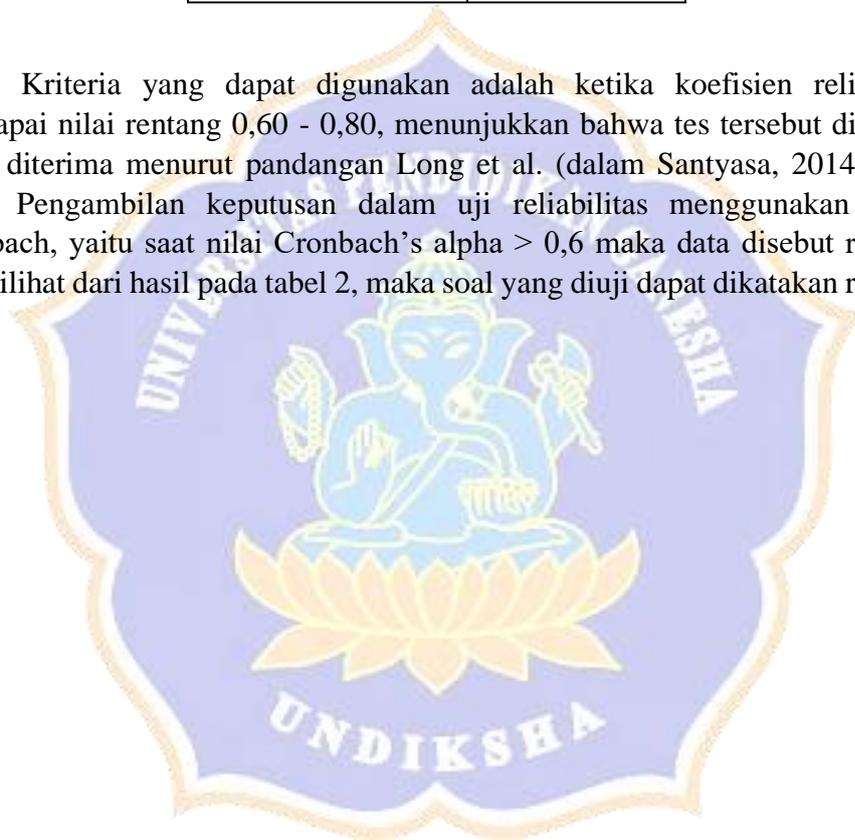


Lampiran 2. 4 Hasil Analisis Reliabilitas Tes Hasil Belajar Fisika Siswa

n	35
n-1	34
Σpq	6.2016
Svarians	25,741
Kr-20	0,7778

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.708	36

Kriteria yang dapat digunakan adalah ketika koefisien reliabilitas mencapai nilai rentang 0,60 - 0,80, menunjukkan bahwa tes tersebut dianggap dapat diterima menurut pandangan Long et al. (dalam Santyasa, 2014). Pada SPSS Pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas menggunakan Alpha Cronbach, yaitu saat nilai Cronbach's alpha > 0,6 maka data disebut reliable. Jika dilihat dari hasil pada tabel 2, maka soal yang diuji dapat dikatakan reliable.



Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

No Soal	Konsistensi Internal Butir Rpbi > 0,30		Indeks Daya Beda Butir (IDB) >0,20		Indeks Kesukaran Butir (IKB) 0,30 – 0,70		Keputusan
	r pbi	kriteria	IDB	kriteria	IKB	kriteria	
1	0.2098	Tidak Konsisten	0.0357	Lemah	0.9867	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
2	0.2098	Tidak Konsisten	0.0357	Lemah	0.9867	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
3	0.3260	Konsisten	0.1748	Lemah	0.4800	cukup	Digunakan
4	0.1356	Tidak Konsisten	- 0.0068	Lemah	0.9600	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
5	0.3454	Konsisten	0.1071	Lemah	0.9200	cukup	Digunakan
6	0.3816	Konsisten	0.2386	Sedang	0.5067	cukup	Digunakan
7	0.1734	Tidak Konsisten	0.0274	Lemah	0.1600	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
8	0.0219	Tidak Konsisten	- 0.0942	Lemah	0.2267	cukup	Tidak digunakan
9	0.3260	Konsisten	0.1368	Lemah	0.7333	cukup	Digunakan
10	0.3194	Konsisten	0.2295	Sedang	0.8000	cukup	Digunakan
11	0.5042	Tidak Konsisten	0.3032	Sedang	0.4400	Terlalu sukar	Tidak digunakan
12	0.3090	Tidak Konsisten	0.1930	Lemah	0.9067	cukup	Tidak digunakan
13	0.4991	Konsisten	0.4506	baik	0.6800	cukup	Digunakan
14	0.6686	Konsisten	0.6018	baik	0.5200	Terlalu sukar	Digunakan
15	0.5095	Konsisten	0.4217	baik	0.8000	Sedang	Digunakan
16	0.3189	Konsisten	0.1543	Lemah	0.4267	cukup	Digunakan
17	0.3215	Konsisten	0.1809	Lemah	0.5333	cukup	Digunakan
18	0.0281	Tidak Konsisten	- 0.0046	Lemah	0.6400	cukup	Tidak digunakan
19	0.2580	Konsisten	0.2477	Sedang	0.2267	Terlalu sukar	Digunakan
20	0.4028	Konsisten	0.2812	Sedang	0.5333	cukup	Digunakan
21	0.3027	Tidak Konsisten	0.2082	Sedang	0.6533	cukup	Tidak digunakan
22	0.3153	Konsisten	0.0980	Lemah	0.2400	Terlalu sukar	Tidak Digunakan
23	0.7168	Konsisten	0.5600	baik	0.3867	cukup	Digunakan
24	0.6855	Konsisten	0.5600	baik	0.3867	Terlalu sukar	Digunakan

No Soal	Konsistensi Internal Butir Rpbi > 0,30		Indeks Daya Beda Butir (IDB) >0,20		Indeks Kesukaran Butir (IKB) 0,30 – 0,70		Keputusan
	r pbi	kriteria	IDB	kriteria	IKB	kriteria	
25	0.3450	Konsisten	0.3374	Sedang	0.6400	Terlalu Mudah	Digunakan
26	0.2919	Konsisten	0.3746	Sedang	0.4133	Terlalu Mudah	Digunakan
27	0.2615	Konsisten	0.1558	Lemah	0.1333	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
28	0.6530	Konsisten	0.4673	baik	0.4000	cukup	Digunakan
29	0.6558	Konsisten	0.5874	baik	0.5467	cukup	Tidak digunakan
30	- 0.1417	Tidak Konsisten	- 0.0015	Lemah	0.2133	Terlalu sukar	Tidak digunakan
31	0.7421	Konsisten	0.8009	baik	0.5733	cukup	Digunakan
32	- 0.1434	Tidak Konsisten	- 0.0790	Lemah	0.0933	Terlalu sukar	Tidak digunakan
33	0.4626	Konsisten	0.3936	Sedang	0.7467	Terlalu Mudah	Digunakan
34	0.0922	Tidak Konsisten	0.0015	Lemah	0.7867	Terlalu Mudah	Tidak digunakan
35	0.3312	Konsisten	0.3290	Sedang	0.8133	Terlalu Mudah	Digunakan



Lampiran III

Perangkat Pembelajaran

- 
- Lampiran 3.1 Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*)
- Lampiran 3.2 Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw)
- Lampiran 3.3 Modul Ajar Kelas Kontrol (Model Pembelajaran Langsung/*direct intructions*)



Lampiran 3. 1 Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi, Tuhan Yang Maha Esa karena atas asungkerta waranugraha-Nya sehingga modul pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis ini telah selesai disusun. Dalam menyelesaikan buku ini, Penulis banyak mendapat bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof, Dr I Ketut Suma, M.S. dan Ibu Ina Yuliana, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
2. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu sehingga modul ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan penyusunan modul ini ada; pah mendukung terlaksananya proses pembelajaran di SMA N 3 Singaraja serta untuk menambah pengetahuan peserta didik mengenai materi fluida dinamis. Modul ini dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran Dengan keterbatasan dalam modul ini, sayang mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan modul. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan penulis khususnya.

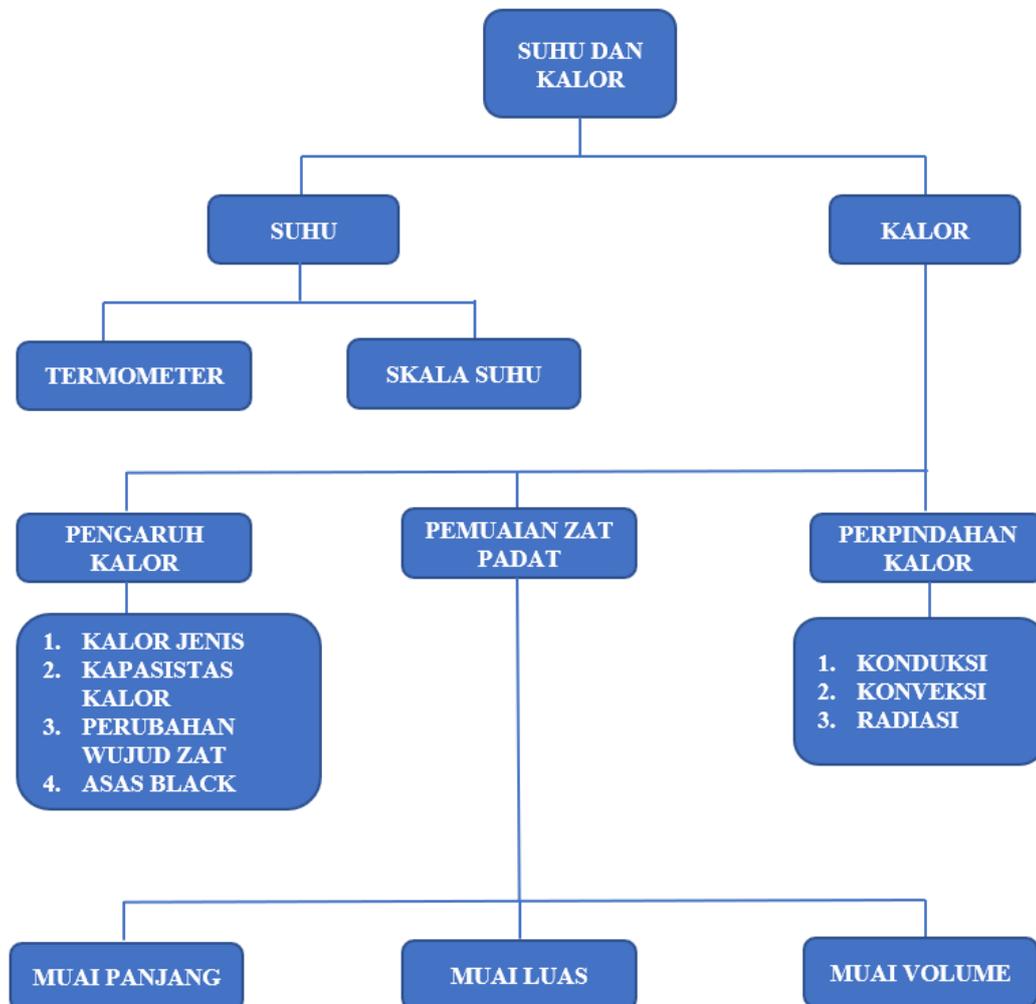
Penulis

GLOSARIUM

Alat ukur suhu	: Perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu, seperti termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
Asas Black	: Jumlah kalor yang dilepaskan oleh benda bersuhu lebih tinggi sama dengan jumlah kalor yang diterima oleh benda bersuhu lebih rendah, selama tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan
Celcius	: Skala suhu berdasarkan titik beku air (0°C) dan titik didih air (100°C) pada tekanan 1 atm.
Cair	: Salah satu wujud zat yang partikelnya lebih bebas bergerak dibanding padat, tetapi masih memiliki volume tetap.
Derajat panas	: Ungkapan informal untuk suhu suatu benda atau sistem.
Fahrenheit	: Skala suhu di mana titik beku air adalah 32°F dan titik didih air adalah 212°F .
Hukum kekekalan energi	: Kalor tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya berpindah atau berubah bentuk.
Joule	Satuan SI untuk energi, termasuk energi panas. 1 kalori $\approx 4,18$ joule.
Suhu	: Ukuran tingkat panas atau dingin suatu benda yang menunjukkan energi kinetik rata-rata partikel dalam benda tersebut. Alat ukurnya adalah termometer.
Kalor	: Energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Satuan SI-nya adalah joule (J).
Kalor jenis	: Besar kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$.
Kalor laten	: Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat tanpa mengubah suhu
Kapasitas lebur	: Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat padat menjadi cair pada titik leburnya.
Kalor uap	: Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat cair menjadi gas pada titik didihnya.
Kapasitas Kalor	: Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda secara keseluruhan sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/^{\circ}\text{C}$.
Konduksi	: Perpindahan kalor melalui zat padat tanpa disertai perpindahan partikel.
Konveksi	: Perpindahan kalor yang terjadi pada zat cair atau gas disertai perpindahan partikel zat.
Koefisien muai panjang	: perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu

Kalorimeter	: Alat untuk mengukur jumlah kalor yang terjadi pada suatu proses.
Kapasitas Kalor	: Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1°C
Medium perantara	: Zat yang menjadi jalur atau saluran untuk perpindahan kalor, seperti logam untuk konduksi.
Pemuaian	: Perubahan dimensi (panjang, luas, atau volume) suatu benda akibat perubahan suhu.
Perpindahan kalor	: Proses perpindahan energi panas dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
Perubahan wujud	Proses perubahan antara wujud zat (padat, cair, gas) akibat pengaruh kalor.
Radisi	: perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara
Termometer	: Alat untuk mengukur suhu. Jenis-jenisnya antara lain: termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
Titik didih	: Suhu tetap saat zat cair berubah menjadi gas. Misalnya, air mendidih pada 100°C di tekanan 1 atm.
Titik beku	: Suhu saat zat cair berubah menjadi padat. Titik beku air adalah 0°C.



PETA KONSEP

Modul Ajar Suhu Kalor

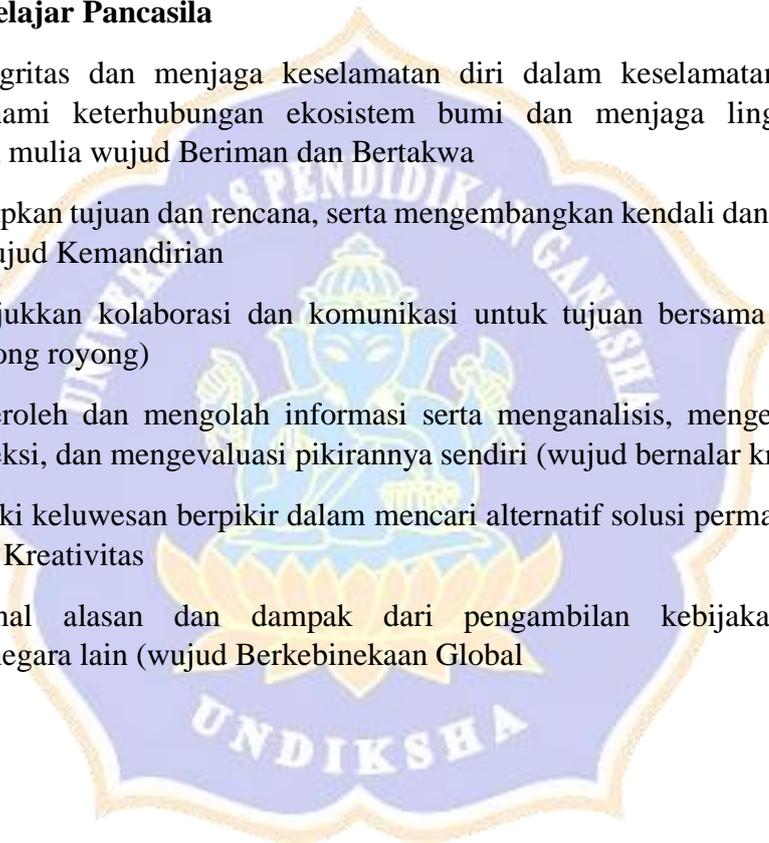
I. Identitas Modul

Nama Penyusun	: I Putu Merta Adi Putra
Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 2 Singaraja
Kelas/Fase	: XI/F
Mata Pelajaran	: Fisika
Alokasi Waktu	: 13 JP (5x Pertemuan)
Tahun Ajaran	: 2024/2025

Capaian Pembelajaran

II. Profil Pelajar Pancasila

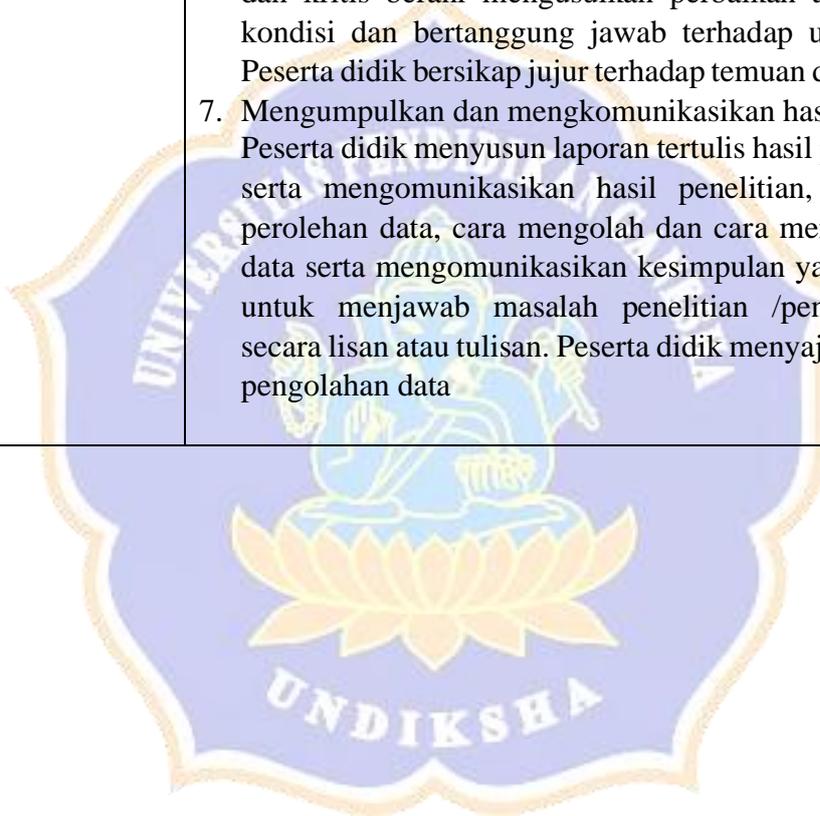
- Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja; Memahami keterhubungan ekosistem bumi dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud Beriman dan Bertakwa)
- Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud Kemandirian)
- Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud Bergotong royong)
- Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (wujud bernalar kritis)
- Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud Kreativitas)
- Mengenal alasan dan dampak dari pengambilan kebijakan oleh orang/negara lain (wujud Berkebinekaan Global)



III Capaian Pembelajaran Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Fisika	<p>Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep 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 memahami prinsip-prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer dan perhitungan digital lainnya. 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.</p>
Keterampilan Proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi 2. Mempertanyakan dan memprediksi Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah. 3. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian. Peserta didik membedakan variabel termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrument yang bersesuaian dengan tujuan penelitian. Peserta didik menentukan langkah-langkah kerja dan cara pengumpulan data 4. Memproses, menganalisis dan informasi Peserta didik menyiapkan peralatan/instrument yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai. Peserta didik menerapkan teknis/proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisa data dan menyimpulkan hasil penelitian

	<p>serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.</p> <p>5. Mencipta Peserta didik mampu menggunakan hasil analisa data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan.</p> <p>6. Mengevaluasi dan Refleksi Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Peserta didik mengajukan argument ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggung jawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.</p> <p>7. Mengumpulkan dan mengkomunikasikan hasil Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian /penyelidikan secara lisan atau tulisan. Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data</p>
--	--



KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran	Menganalisis wujud zat, karakteristiknya, dan perilakunya Ketika menerima panas atau kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari.
Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkonversi suhu dari berbagai skala termometer (Celcius, Farenheit, Reamur, dan Kelvin) 2. Mengukur suhu campuran dua buah benda yang sama jenis dengan massa dan suhu yang berbeda. 3. Memahami konsep kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor. 4. Menganalisis jumlah kalor yang diterima/dilepas pada dua buah benda yang berbeda jenis (Asas Black) dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari 5. Menganalisis jumlah kalor yang digunakan dalam perubahan wujud zat dengan digram perubahan wujud 6. Mengukur pemuaian panjang, pemuaian luas, dan pemuaian volume suatu benda. 7. Menentukan laku aliran kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

1. Peserta didik mampu mengkonversi berbagai skala termometer
2. Peserta didik dapat mengukur suhu campuran dua benda yang sejenis dengan massa dan suhu yang berbeda
3. Peserta didik memahami perbedaan kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor
4. Peserta didik dapat memahami konsep Asas Black dan menerapkannya dalam kehidupan sehari hari
5. Peserta didik dapat menghitung suhu campuran antara dua buah benda yang berbeda jenis.
6. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Panjang suatu benda
7. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Luas suatu benda
8. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Volume suatu benda
9. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konduksi
10. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi
11. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara radiasi

III. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa perbedaan antara suhu dan panas? Mengapa benda bisa memiliki suhu sama tetapi terasa berbeda saat disentuh?
2. Mengapa termometer menggunakan zat cair seperti air raksa atau alkohol sebagai pengisi? Apakah ada zat lain yang bisa menggantikan?
3. Mengapa suhu tubuh diukur menggunakan termometer, bukan dengan tangan?
4. Apa perbedaan kalor, kapasitas kalor, dan kalor jenis?
5. Mengapa air lebih lama panas saat direbus dibandingkan minyak goreng, padahal dipanaskan dengan api yang sama?
6. Jika ingin memasak jenis bahan apa yang bisa dipakai agar proses pemanasan menjadi lebih cepat?
7. Apa yang terjadi Ketika logam yang dipanaskan kemudian dicelupkan ke dalam wadah yang berisi air?
8. Jika dua benda memiliki massa dan bahan yang berbeda, bagaimana kapasitas kalor memengaruhi perubahan suhunya saat diberi kalor yang sama?
9. Saat kamu mencampurkan air panas dan air dingin, mengapa suhu akhirnya menjadi hangat? Apakah ini bisa dijelaskan dengan hukum fisika tertentu?
10. Mengapa es batu tetap berada pada suhu 0°C meskipun sudah diberi panas?
11. Berapa jumlah energi yang diperlukan untuk menguapkan sebalok es batu?
12. Mengapa air yang dipanaskan secara terus menerus akan habis?
13. Mengapa kabel listrik terlihat kencang saat pagi hari dan kendur saat siang hari? Apa hubungan fisika di balik fenomena ini?
14. Rel kereta harus diberi celah saat dipasang. Apa yang akan terjadi jika tidak diberi celah?
15. Pernahkah kamu melihat tutup botol kaca yang sulit dibuka lalu menjadi mudah setelah disiram air panas? Mengapa bisa begitu?
16. Mengapa pada saat kepanasan seseorang cenderung membuat api unggun untuk menghangatkan badan?
17. Mengapa tanganmu terasa panas saat memegang sendok logam yang dicelupkan ke dalam teh panas? Apa jenis perpindahan kalor yang terjadi?
18. Apa yang menyebabkan asap dari api unggun naik ke atas? Apakah ini ada kaitannya dengan jenis perpindahan kalor tertentu?

IV MODEL PEMBELAJARAN

Pendekatan	:	Konstruktivisme
Model	:	Kooperatif Tipe Jigsaw berbantua media simulasi <i>PhET</i>
Metode	:	Diskusi, Presentasi, percobaan

V SARANA DAN PRASARANA

Sarana dan Prasarana	Media Ajar
1. Laptop 2. LCD 3. Papan tulis	1. Modul Ajar 2. LKPD 3. PPT

V MATERI AJAR

No	Pertemuan	Materi
1	Pertemuan 1	Materi suhu, termometer, dan skala suhu
2	Pertemuan 2	Materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor
3	Pertemuan 3	Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor
4	Pertemuan 4	Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume)
4	Pertemuan 5	Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi

VI Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan I

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	3 menit
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi suhu dan kalor Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh :</p> <p>(Pertanyaan Pemantik Dijabarkan dalam Poin III)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 	5 menit
	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 5-6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi skala termometer • Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi suhu, termometer, dan konversi skala termometer • Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	20 menit
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
	Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli suhu, ahli termometer, dan ahli konversi skala termometer	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli termometer, dan ahli konversi skala termometer	20 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi suhu, termometer dan koversi skala suhu.(tutor sebaya)	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	20 menit
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjelaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi suhu, termometer dan konversi suhu secara menyeluruh (tutor sebaya) Siswa mendiskusikan materi suhu, termometer dan konversi suhu secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan. 	
	Guru memberikan LKPD 1 (praktikum mengenai hubungan kalor/panas terhadap kenaikan suhu) Dapat diakses pada : (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	Siswa Bersama kelompok melaksanakan praktikum dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i> : (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in) •	25 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi suhu, kalor dan konversi skala termometer dan hasil percobaan yang telah dilakukan	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok sekaligus hasil praktikum yang telah dilaksanakan.	20 menit
	Evaluasi		
Penutup	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman siswa terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi suhu untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan soal mengenai materi suhu, termometer dan konversi suhu secara individu	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi suhu, termometer, dan konversi suhu Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	Siswa dan guru menyimpulkan materi suhu, termometer, dan konversi suhu.	
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas 	2 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa mengucapkan salam kepada guru 	

2. Pertemuan II

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	2 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 	2 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh :</p> <p>Contoh :</p> <p>(Pertanyaan Pemantik Dijabarkan dalam Poin III)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menguraikan penjelasan singkat terkait LKPD yang akan dibuat oleh siswa 		
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari maksimal 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi kalor Guru mengarahkan siswa untuk membagi diri untuk tetap di kelompok asal atau pergi ke kelompok ahli 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi kalor Siswa membagi diri untuk tetap diam di kelompok asal (sebagai narasumber) maupun pergi ke kelompok ahli dalam mencari informasi baru 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu,		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	(<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	ahli materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	15 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor (tutor sebaya) dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i> (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i> (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa yang bertindak sebagai ahli menjeaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci • Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor dan Asas Black secara menyeluruh (tutor sebaya) 	30 menit
	<p>Guru memberikan LKPD II (praktikum hubungan kalor dan kalor jenis terhadap kenaikan suhu zat) dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i></p> <p>Dapat diakses: (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)</p>	<p>Siswa mengerjakan LKPD II dengan melaksanakan praktikum LKPD II (praktikum hubungan kalor dan kalor jenis terhadap kenaikan suhu zat) dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i></p> <p>Dapat diakses : (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)</p>	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	<p>Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor dan</p>	<p>Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi dan hasil eksperimen yang sudah didiskusikan dengan kelompok dengan bantuan media simulasi PhE</p>	15 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Penutup	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman terkait dengan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan soal uji pemahaman mengenai materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor secara individu	10 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor. Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	Siswa dan guru menyimpulkan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor	
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	1 menit

3. Pertemuan III

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	dipimpin oleh ketua kelas	3 menit
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh : (Pertanyaan Pemantik Dijabarkan dalam Poin III)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menguraikan penjelasan singkat terkait LKPD yang akan dibuat oleh siswa 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. Siswa Menjawab pertanyaan sesuai dengan pengetahuan awal yang sudah dimiliki 		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	20 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
	Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga terdapat ahli masing masing sub materi	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli masing masing materi sesuai dengan sub materi yang didapatkan oleh siswa	20 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	20 menit
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjelaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor menyeluruh (tutor sebaya) Siswa mendiskusikan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor grafik perubahan wujud secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan LKPD III kepada siswa (praktikum Asas Black) dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i> Dapat diakses: (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	Siswa mengerjakan LKPD III dengan melaksanakan praktikum Asas Black sesuai dengan LKPD III Dapat diakses: (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	25 menit
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor dan hasil praktikum yang sudah dilaksanakan (1 kelompok 2 orang perwakilan)	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok dan hasil praktikum yang sudah dilaksanakan	20 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman siswa terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	Siswa mengerjakan LKPD mengenai materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	15 menit
	• Guru dan siswa menyimpulkan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	Siswa dan guru menyimpulkan materi materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya.		
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran denganmelaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengicapkan salam kepada guru 	2 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	3 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik 	5 menit	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>pembelajaran yang digunakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Pertanyaan Pemantik Dijabarkan dalam Poin III)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menguraikan penjelasan singkat terkait LKPD yang akan dibuat oleh siswa 	<p>yang disampaikan oleh guru.</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa menjawab pertanyaan pertanyaan yang diberikan oleh guru sesuai dengan pengetahuan awal masing masing siswa 	
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	20 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli 		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume)	suhu, ahli materi materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume)	20 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) 	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	20 menit 25 menit
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjeaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) secara menyeluruh (tutor sebaya) <p>Siswa mendiskusikan materi pemuaian zat padat cair dan gas secara menyeluruh dan terperinci</p>	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
		untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan.	
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) 	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok	20 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian LKPD terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan LKPD mengenai materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) secara individu	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dan guru menyimpulkan materi pemuaian zat padat cair dan gas. 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya.		
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	2 menit

1. Pertemuan IV

5. Pertemuan V

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	3 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 	5 menit	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>terkait dengan materi suhu dan kalor</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh : (Pertanyaan Pemantik Dijabarkan dalam Poin III)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menguraikan penjelasan singkat terkait LKPD yang akan dibuat oleh siswa 		
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	20 menit
	Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	
Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)			
Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi		20 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi bantuan media simulasi <i>PhET</i> https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam bantuan media simulasi <i>PhET</i> https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	20 menit 25 menit
Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjeaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi konduksi, konveksi, dan radiasi menyeluruh (tutor sebaya) 		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
		<ul style="list-style-type: none"> Siswa mendiskusikan materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan. 	
	Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan LKPD IV (Perpindahan kalor) dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i> : https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in	Siswa mengerjakan LKPD IV (melaksanakan praktikum) dengan media simulasi <i>PhET</i> : (https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in)	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing-masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dengan bantuan media simulasi <i>PhET</i>	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok bantuan media simulasi <i>PhET</i>	20 menit
Evaluasi			
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman terkait dengan materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan soal uji pemahaman mengenai materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi secara individu	15 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi perpindahan kalor (konduksi, konveksi dan radiasi) Guru memberikan penghargaan/<i>reward</i> pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dan guru menyimpulkan materi materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi Siswa mendapatkan <i>rewards</i> berdasarkan hasil presentasi/menjawab pertanyaan 	
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	2 menit

VII. Assesmen

Asesmen
Penilaian hasil belajar dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan atau kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi atau penilaian portofolio

VIII Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah kegiatan membuka pembelajaran bisa mempersiapkan dan mengarahkan siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik?	
2	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh peserta didik?	

No	Pertanyaan	Jawaban
3	Apakah peserta didik memberikan respon positif terhadap pertanyaan pertanyaan yang diberikan?	
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran hari ini dapat memberikan semangat kepada peserta didik untuk lebih antusias dalam pembelajaran selanjutnya?	

IX Refleksi Siswa

F. Refleksi Siswa			
No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian sudah mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah kalian sudah memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat kalian lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		

X Remedial dan Pengayaan

A. Kegiatan remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target pendidik melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

B. Kegiatan Pengayaan

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

XI Daftar Pustaka

Nurachmandani, S. (2009). Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Graha, Departemen Pendidikan Nasional

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI.

Widodo, Tri. (2009). Fisika untuk SMA dan MA kelas XI. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

XI. Lampiran

Lampiran 1: Materi Ajar

SUHU DAN KALOR

A. PENGERTIAN SUHU

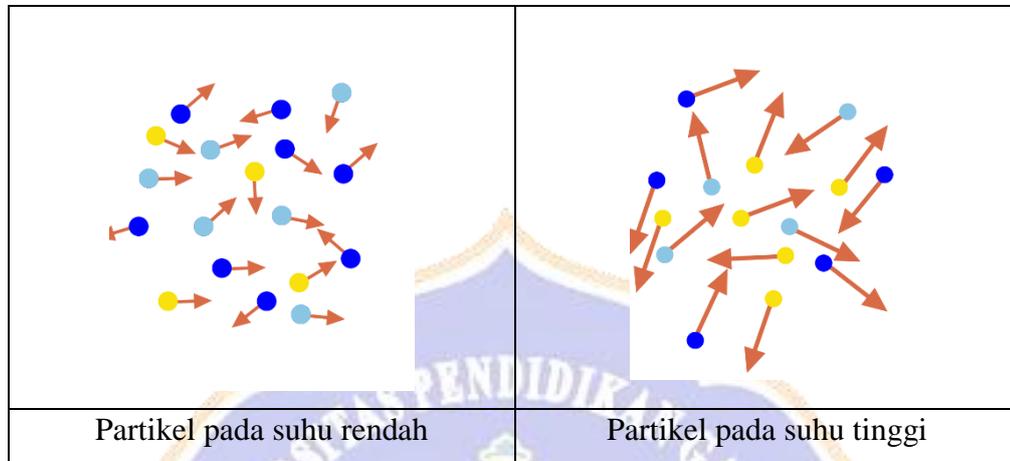
Di SMP kalian pasti sudah mempelajari tentang jenis-jenis zat, padat, cair, dan gas kan ? Setiap zat memiliki susunan partikel yang berbeda-beda. Setiap partikel penyusun zat mengalami getaran. Getaran partikel-partikel zat menghasilkan energi kinetik yang sebanding dengan panas zat. Bila suatu zat bertambah panas, maka energi kinetik rata rata partikel zat tersebut juga bertambah besar.



Gambar 1 : Cuaca Terik Pada Siang Hari

Sangatlah mudah untuk menambah energi kinetik rata-rata partikel dalam zat. Misalnya, pukullah sekeping uang logam dengan palu, kemudian segera sentuh. Uang logam akan terasa hangat. Hal ini disebabkan pukulan palu yang menyebabkan partikel-partikel dalam uang bergerak lebih cepat dan bertabrakan. Jadi, suatu zat baik padat, cair maupun gas akan menjadi lebih hangat karena partikel-partikelnya bergerak lebih cepat, sehingga menghasilkan energi kinetik rata-rata partikel lebih besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suhu adalah ukuran kelajuan gerak partikel-partikel dalam suatu zat atau ukuran energi kinetik rata-rata partikel dalam suatu zat. Suhu

adalah besaran fisis. Ketika suatu sistem berada dalam keseimbangan termal dengan sistem lainnya, suhu menunjukkan energi kinetik yang dimiliki bersama oleh kedua sistem tersebut. Jika suatu materi dipanaskan, maka energi kinetik atom atau molekulnya akan meningkat, yang mengindikasikan bahwa partikel-partikel tersebut bergerak lebih cepat.



Gambar 2 : Gerak partikel Pada Suhu Berbeda

Suhu adalah besaran fisika yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Secara mikroskopis, suhu berhubungan dengan energi kinetik rata-rata partikel-partikel penyusun suatu zat—semakin tinggi suhu suatu benda, semakin cepat gerakan partikel-partikelnya. Fenomena suhu dapat kita amati dalam kehidupan sehari-hari, seperti ketika air mendidih saat dipanaskan, tubuh terasa panas ketika demam, atau tangan terasa dingin saat menyentuh es. Perbedaan suhu antara dua benda dapat menyebabkan terjadinya aliran kalor dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Misalnya, saat kita menuangkan air panas ke dalam gelas kaca, panas dari air akan mengalir ke gelas hingga keduanya mencapai suhu yang seimbang. Fenomena ini menunjukkan bahwa suhu berperan penting dalam berbagai proses fisika dan kehidupan sehari-hari. Suhu memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan, industri, meteorologi, dan penelitian ilmiah. Dalam bidang kesehatan, suhu tubuh digunakan sebagai indikator kondisi kesehatan seseorang, sedangkan dalam industri, suhu dikontrol untuk memastikan proses produksi berjalan dengan optimal. Di bidang meteorologi, suhu udara menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan kondisi cuaca dan iklim suatu wilayah.

B. TERMOMETER

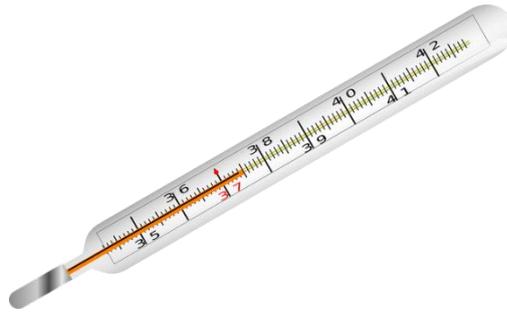
Ketika kalian menyentuh dua zat cair dengan tangan. Misalnya, air hangat dan es. Ketika tangan kalian dimasukkan ke dalam air hangat, kalian akan merasakan hangat. Sebaliknya, ketika tangan kalian menyentuh es, kalian akan merasa dingin. Akan tetapi, dapatkah kalian menentukan suhu zat dengan sentuhan atau perasaan? Perasaan tidak dapat digunakan sebagai alat ukur suhu yang baik karena tidak dapat menyatakan tingkat derajat suhu suatu benda. Untuk mengukur suhu suatu benda dengan tepat, kita menggunakan alat ukur yang disebut termometer. Termometer adalah alat untuk mengukur suhu. Termometer dibuat berdasarkan sifat termometrik suatu zat. Sifat termometrik adalah sifat-sifat benda yang dapat berubah akibat terjadinya perubahan suhu pada benda tersebut. Beberapa sifat termometrik suatu zat, antara lain dalam pemuaian zat cair dalam pipa kapiler, perubahan hambatan listrik kawat platina, Gambar 2. Termometer Galileo pemuaian keping bimetal, dan perubahan tekanan gas pada volume tetap. Ide pertama penggunaan termometer adalah Galileo, yang menggunakan pemuaian gas seperti gambar .



Gambar 3

Termometer Galileo

Termometer yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah Termometer yang terbuat dari tabung kaca berisi zat cair seperti pada gambar 4.



Gambar 4
Termometer Zat Cair

Salah satu sifat termometrik dari zat cair adalah adanya perubahan volume, yaitu memuai apabila dipanaskan dan menyusut apabila didinginkan. Zat cair yang paling banyak digunakan sebagai pengisi termometer adalah alkohol dan raksa. Alkohol dan raksa dipilih karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan zat lainnya.

1. Kelebihan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain :
 - a. Pemuaiannya teratur
 - b. Memiliki koefisien muai yang besar
 - c. Memiliki titik beku yang rendah, yaitu -115°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang rendah.
2. Kelemahan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain:
 - a. Membasahi dinding kaca
 - b. Memiliki titik didih rendah, yaitu 80°C sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu tinggi, dan kalor jenisnya tinggi sehingga membutuhkan energi yang besar untuk menaikkan suhu.

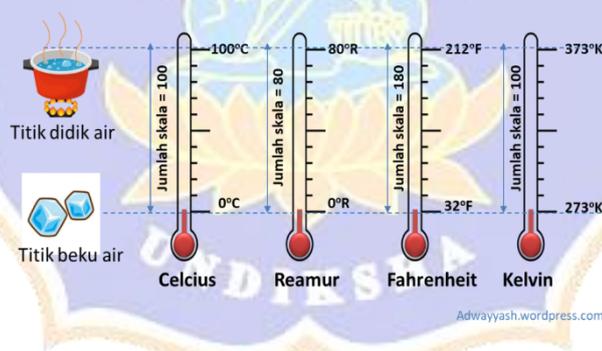
Adapun kelebihan dan kekurangan raksa dipilih sebagai zat termometrik adalah sebagai berikut;

1. Kelebihan raksa sebagai zat termometrik, antara lain
 - a. Warnanya mengkilap sehingga mudah dilihat
 - b. Tidak membasahi dinding kaca
 - c. Pemuaiannya teratur
 - d. Mudah menyesuaikan dengan suhu sekitarnya, dan
 - e. Titik didihnya tinggi, yaitu 357°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang tinggi

2. Kelamahan raksa sebagai zat termometrik, antara lain:
 - a. Raksa memiliki harga yang relative mahal
 - b. Raksa tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu yang sangat rendah karena titik bekunya tinggi
 - c. Raksa termasuk zat beracun sehingga termometer raksa berbahaya jika tabungnya pecah

C. SKALA TERMOMETER

Bagaimana skala pada termometer dibuat? Skala pada termometer berdasarkan dua titik acuan, yaitu titik tetap atas dan titik tetap bawah. Pada umumnya titik tetap bawah ditentukan berdasarkan titik lebur es murni (suhu es yang sedang mencair) pada tekanan 1 atmosfer. Sementara itu, titik tetap atas ditentukan berdasarkan titik didih air murni (suhu air murni yang sedang mendidih) pada tekanan 1 atmosfer. Rentang antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi beberapa bagian (skala). Ada 4 macam skala termometer yaitu sebagai berikut :



Gambar 5

Skala Termometer

Keempat skala tersebut memiliki perbedaan dalam pengukuran suhunya. Berikut rentang suhu yang dimiliki setiap skala.

- a. Termometer skala Celsius

Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C. Rentang suhunya berada pada suhu 0°C– 100°C dan dibagi dalam 100 skala
- b. Termometer skala Reamur

Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R . Rentang suhunya berada pada suhu 0°R – 80°R dan dibagi dalam 80 skala

c. Termometer skala Fahrenheit

Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F . Rentang suhunya berada pada suhu 32°F – 212°F dan dibagi dalam 180 skala

d. Termometer skala Kelvin

Memiliki titik didih air $373,15\text{ K}$ dan titik bekunya $273,15\text{ K}$. Rentang suhu ya berada pada suhu $273,15\text{ K}$ – $373,15\text{ K}$ dan dibagi dalam 100 skala.

Secara singkat dapat dijelaskan dalam tabel dibawah ini!

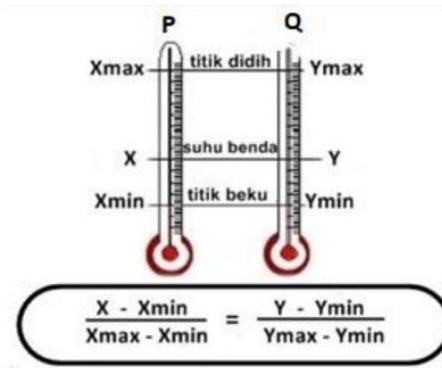
Tabel 1
Skala Suhu

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 skala termometer dapat dijelaskan dalam gambar berikut ini

Tabel 2
Konversi Skala Suhu

	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:

Contoh soal

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F . Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin! Jawab Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{5}{9}(F - 32) + 273 \\
 &= \frac{5}{9}(95 - 32) + 273 \\
 &= 35 + 273 \\
 &= 308 \text{ K}
 \end{aligned}$$

D. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN SUHU ZAT



Gambar 6

Fenomena fisika dalam kehidupan sehari hari

“Peristiwa ini sering kita alami saat menyajikan minuman dingin. Tanpa kita sadari, kita sedang menyaksikan penerapan konsep fisika, yaitu perpindahan kalor dan perubahan wujud zat. Fenomena ini sangat cocok dijadikan contoh sederhana dalam memahami hukum kekekalan energi kalor.”

Kalian dapat memberikan kalor pada suatu zat, yaitu dengan cara jika sebuah benda dipanaskan, suhu benda akan naik. Sebaliknya, kalian dapat mengurangi kalor suatu benda dengan cara mendinginkannya. Dengan demikian, salah satu akibat pemberian atau pengambilan kalor adalah perubahan suhu

1. Pengertian Kalor

Sendok yang digunakan untuk menyeduh kopi panas, akan terasa hangat. Leher Anda jika disentuh akan terasa hangat. Apa sebenarnya yang berpindah dari kopi panas ke sendok dan dari leher ke syaraf kulit? sesuatu yang berpindah tersebut merupakan energi/kalor

Pada dasarnya kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel-partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel tetangga yang bersuhu rendah. Oleh karena kalor merupakan salah satu bentuk energi maka Satuan SI untuk kalor adalah Joule (J). sebelum diketahui bahwa kalor merupakan salah satu bentuk energi, orang sudah membuat satuan dari kalor yaitu kalori. Secara umum, 1 kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram zat sebesar 1°C.

2. Kalor Jenis

Jika suatu zat menerima kalor, suhu zat tersebut akan naik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa besarnya kenaikan suhu dari zat berbanding lurus dengan banyaknya kalor yang diterima oleh zat tersebut, dan berbanding terbalik dengan massa zat. Besarnya kalor untuk menaikkan suhu satu satuan massa zat bergantung pada jenis zat. Oleh karena itu, kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1oC. Berdasarkan defenisi tersebut maka hubungan antara banyaknya kalor yang diserapkan oleh suatu benda dan kalor jenis benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut

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

Dengan :

Q = jumlah kalor (J)

m = massa (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

Alat yang digunakan untuk mengukur kalor jenis suatu zat adalah kalorimeter. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa perubahan suhu yang diakibatkan oleh jumlah kalor yang sama pada zat yang berbeda adalah tidak sama. Dengan demikian, setiap zat memiliki kalor jenis tertentu. Sebagai contoh, 1 kg air dan 1 kg minyak goreng masing-masing diberikan kalor yang sama banyaknya, ternyata kenaikan suhu minyak goreng jauh lebih tinggi daripada kenaikan suhu air. Hal tersebut disebabkan air memiliki kalor jenis yang jauh lebih besar dibanding minyak goreng. Jadi, untuk membedakan zat zat dalam hubungannya dengan penyerapan kalor, digunakan konsep kalor jenis. Suatu zat yang memiliki kalor jenis besar, akan sulit mengalami kenaikan suhu ketika dipanaskan.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

Air sebanyak 3 kg bersuhu 10 °C dipanaskan hingga bersuhu 35°C. Jika kalor jenis 4.186 J/kg°C

Maka tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Berdasarkan soal Diketahui :

$$m = 3kg$$

$$\Delta T = 35 - 10 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$c = 4.186 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

Ditanya : Q

Penyelesaian

$$Q = m c \Delta T$$

$$Q = 3.4186.25$$

$$Q = 313.950$$

3. Kapasitas Kalor

Sebelumnya telah dijelaskan pengertian kalor jenis. Kalor jenis merupakan ciri suatu zat, seperti halnya massa jenis. Pada persamaan sebelumnya terdapat faktor massa jenis dan kalor jenis. Untuk bejana (kalorimeter), mc dipandang satu kesatuan yang diberi nama khusus yaitu kapasitas kalor. Kapasitas kalor dapat diartikan sebagai kemampuan menerima atau melepaskan kalor dari suatu benda untuk perubahan suhu sebesar 1°C .

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C . Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C .

Hubungan antara banyaknya kalor yang diserapkan oleh suatu benda dan kapasitas kalor yang diserap oleh suatu benda dan kapasitas benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut.

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

Keterangan

Q = jumlah kalor (J)

m = massa (kg)

c = kalor jenis zat ($J/kg^{\circ}C$)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Contoh Soal

Sebuah benda bermassa 5 liter memerlukan kalor sebesar 1 kalori untuk menaikkan suhu sebesar $20^{\circ}C$. Berapa besar kapasitas kalor benda tersebut?

Jawab

Diketahui

$$m = 5 \text{ l} = 5 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 20^{\circ}C$$

$$Q = 1 \text{ kal}$$

Ditanya : C?

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{1 \text{ kal}}{20^{\circ}C} = \frac{4200}{20^{\circ}C} = 210 \text{ J/}^{\circ}C$$

E. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN WUJUD ZAT

Kalor yang diserap oleh suatu zat tidak selalu menyebabkan suhunya naik. Kadang kala kalor yang diserap suatu zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Ada zat yang dapat mengalami perubahan wujud. Misalnya es dipanaskan akan mencair, dan air yang didinginkan akan membeku.

Zat dapat berada dalam tiga wujud yaitu wujud padat, cair, dan gas. Akibat pengaruh suhu yang dimiliki oleh zat, zat dapat berada dalam ketiga wujud tersebut. Pada saat terjadi perubahan wujud. Misalnya dari padat menjadi cair atau sebaliknya. Dan dari cair menjadi gas atau sebaliknya, selalu perubahan wujud tidak disertai dengan perubahan suhu. Jadi, saat terjadi perubahan wujud, suhu tersebut tetap.

1. Proses Melebur dan Membeku

Perubahan wujud zat dari padat menjadi cair disebut mencair atau melebur. Sebaliknya perubahan wujud zat dari cair menjadi padat disebut membeku.

Pada gambar 7 Dari grafik dapat diamati, es pada suhu -5°C menyerap kalor sehingga suhu es naik menjadi 0°C (tetap berwujud es). Kemudian, es pada suhu 0°C dipanaskan atau diberikan kalor, dan ternyata suhu es tidak mengalami perubahan tetapi es berubah wujud menjadi air. Kemudian, air pada suhu 0°C dipanaskan sehingga mengalami kenaikan suhu.

Kalor yang dibutuhkan untuk melebur disebut kalor lebur (laten), sedangkan kalor yang dilepaskan ketika zat membeku disebut kalor beku. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor lebur = kalor beku. Jadi, kalor lebur suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan oleh satu satuan zat untuk melebur seluruhnya pada titik leburnya

Jika suatu zat massanya m kg, untuk melebur seluruhnya dibutuhkan kalor sebesar Q joule. Berdasarkan definisi ini, kalor lebur (L) zat tersebut ditulis menjadi;

$$L = Q/m \text{ atau } Q = m L$$

Dari persamaan tersebut, dapat ditentukan satuan dari kalor lebur adalah joule per kilogram atau J/kg . Setiap jenis zat memiliki kalor lebur atau kalor beku yang berbeda-beda tergantung pada jenis zatnya. Misalnya, kalor lebur es berbeda dengan kalor lebur alkohol atau kalor lebur raksa

Contoh Soal

Diketahui kalor lebur es 336.000 J/kg . Tentukanlah besarnya kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan 100 gr es pada titik leburnya.

Jawab:

Diketahui :

$$L = 336.000 \text{ J/kg}$$

$$m = 0,1 \text{ kg}$$

Ditanya

$Q?$

$$Q = m.L = (0,1) (336.000 \text{ J/kg}) = 33.600 \text{ J}$$

2. Proses Menguap dan Mengembun

Menguap merupakan proses perubahan wujud dari cair menjadi uap. Peristiwa menguap sangat penting bagi kehidupan di bumi. Air di permukaan laut dan dipermukaan bumi menguap karena pengaruh pemanasan oleh sinar matahari. Setelah uap karena mencapai keadaan jenuh di udara, akan terjadi proses pengembunan, dan akan turun kembali ke bumi menjadi hujan. Jadi, tanpa adanya proses penguapan tidak akan ada hujan, sungai, dan danau pun akan kering. Tumbuhan dan makhluk hidup lainnya tidak dapat melangsungkan kehidupan.

Ketika kalian memanaskan air pada tekanan 1 atmosfer, air akan mendidih pada suhu 100°C . Jika air tersebut terus dipanaskan, kalor yang diserapkan oleh air bukan untuk menaikkan suhunya, melainkan untuk mengubah wujud air menjadi uap pada suhu tetap 100°C . pada waktu mendidih, akan terjadi penguapan dari seluruh bagian zat cair. Hal tersebut dapat dilihat dari gelembung-gelembung yang timbul pada seluruh bagian zat cair. Jadi, mendidih adalah proses penguapan yang terjadi di seluruh bagian zat cair. Selama mendidih, suhu zat cair tetap. Suhu ini disebut titik didih zat. Pada umumnya, titik didih zat cair diukur pada tekanan 1 atmosfer. Titik didih tersebut disebut titik didih normal. Setiap zat memiliki titik didih normal yang berbeda dengan zat lainnya.

Setiap zat membutuhkan kalor yang berbeda untuk menguap. Untuk menguap 1 kg air dibutuhkan kalor yang berbeda dengan untuk menguap 1 kg alkohol. Besar kalor yang digunakan untuk menguap zat disebut kalor laten penguapan atau kalor uap (U). Kalor uap suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan oleh suatu satuan massa zat untuk menguap pada titik uapnya. Kebalikan dari proses penguapan adalah pengembunan. Pada proses pengembunan terjadi pembebasan kalor. Artinya, pada proses pengembunan, zat tersebut membebaskan atau melepaskan kalor. Besarnya kalor yang dibebaskan oleh suatu zat ketika terjadi pengembunan disebut kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat berbeda akan memiliki kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat yang berbeda akan memiliki kalor embun yang berbeda

pula. Kalor embun suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dilepaskan oleh satu satuan massa zat untuk mengembun pada titik embunnya.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor yang dibutuhkan ketika suatu zat menguap sama dengan kalor yang dilepaskan ketika zat tersebut mengembun. Oleh karena itu, kalor uap suatu zat sama dengan kalor embunya. Jika suatu zat massanya m kg, untuk menguap pada titik didihnya, diperlukan kalor sebesar Q joule. Berdasarkan definisi kalor uap (U), saat zat tersebut menguap, akan berlaku persamaan.

$$U = Q/m \text{ atau } Q = m \cdot U$$

Contoh soal Tentukan banyak kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan 0,5 kg air pada suhu 100°C sehingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C . (kalor uap air = $2.260.000 \text{ J/kg}$)

Jawab

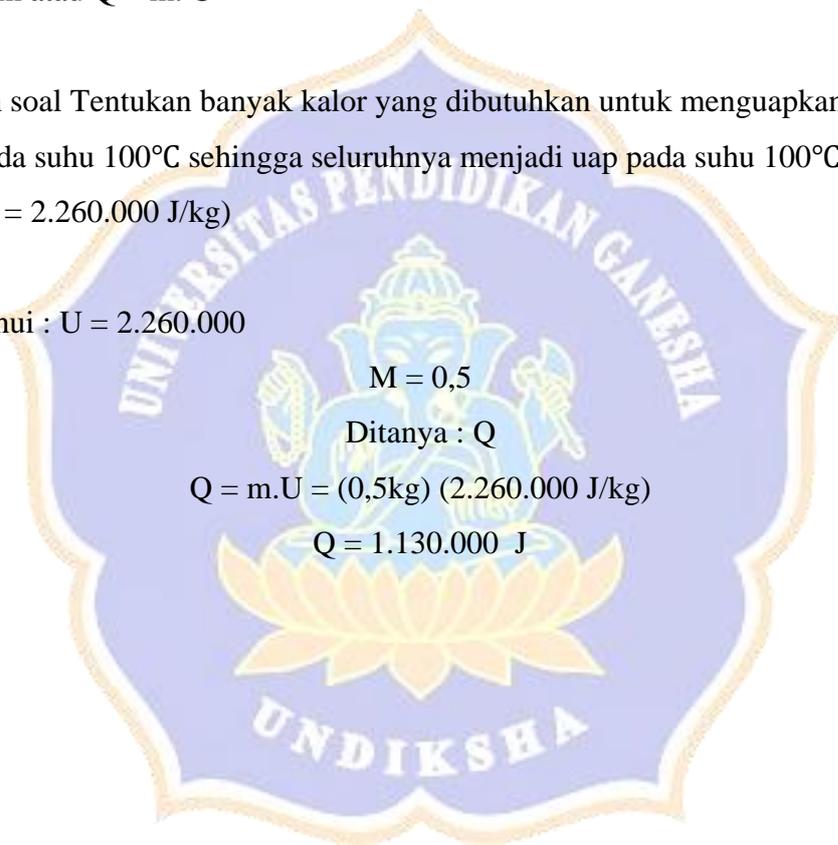
Diketahui : $U = 2.260.000$

$$M = 0,5$$

Ditanya : Q

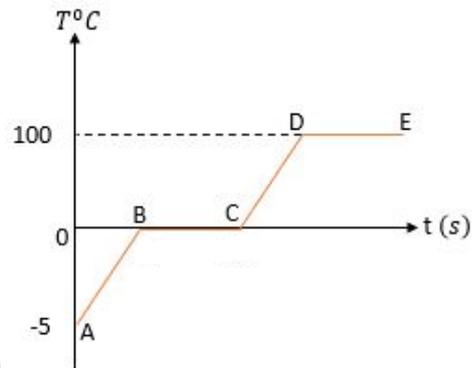
$$Q = m \cdot U = (0,5\text{kg}) (2.260.000 \text{ J/kg})$$

$$Q = 1.130.000 \text{ J}$$



F. HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU DAN PERUBAHAN WUJUD

Grafik hubungan antara penyerapan kalor (Q) dan perubahan suhu yang dialami oleh air, mulai dari wujud es pada suhu $-T_1$ hingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C , sehingga dapat digambarkan grafik sebagai berikut.



Gambar 7

Grafik Perubahan Suhu dan Perubahan Wujud

Perhatikan Gambar 6 yang menunjukkan proses perubahan suhu dan wujud zat pada sebuah es. Dari gambar tersebut terdapat proses perubahan suhu dan wujud zat yang terjadi, yakni sebagai berikut.

- Proses A– B merupakan proses kenaikan suhu dari seongkah es. Pada proses kenaikan suhu ini, grafik yang terjadi adalah linear. Pada grafik AB, kalor digunakan untuk menaikkan suhu.

$$Q = m c \Delta T$$

- Proses B– C merupakan proses perubahan wujud zat dari es menjadi air. Pada grafik BC, kalor tidak digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu benda, tetapi hanya digunakan untuk mengubah wujud zat benda tersebut, yakni dari wujud es menjadi air.

$$Q = m \cdot L$$

- Pada grafik C– D, terjadi proses kenaikan suhu yang sama dengan proses pada (a). Akan tetapi, pada proses ini yang dinaikkan suhunya adalah air dari 0°C sampai 100°C .

$$Q = m c \Delta T$$

- Sama halnya pada proses B– C, proses D– E tidak mengalami perubahan suhu, tetapi yang terjadi hanya perubahan wujud zat dari air menjadi uap

$$Q = m \cdot L$$

SOAL DAN PEMBAHASAN !

Contoh soal

Tentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 0,2 kg es dari -10°C hingga seluruhnya menjadi air bersuhu 50°C . Diketahui kalor lebur es 336.000 J/kg, kalor jenis es 2.100 J/kg $^{\circ}\text{C}$, dan kalor jenis air 4.200 J/kg $^{\circ}\text{C}$.

Jawab:

$$\text{Dik : } m_c = 0,2 \text{ kg} \qquad L_{es} = 336.000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$T_0 = -10^{\circ}\text{C} \qquad c_{es} = 2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = 50^{\circ}\text{C} \qquad c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

Dit : $Q_{total} = \dots?$

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4,2 \text{ kJ} + 67,2 \text{ kJ} + 42 \text{ kJ} = 113,4 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} = (0,2 \text{ kg})(2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C})(10^{\circ}\text{C}) = 4200 \text{ J} = 4,2 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = m_{es} L_{es} = (0,2 \text{ kg})(336.000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}) = 67.200 \text{ J} = 67,2 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = (0,2 \text{ kg})(4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C})(50^{\circ}\text{C}) = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

G. ASAS BLACK

Pada materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa kalor berpindah dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama antara kedua zat tersebut. Suhu akhir yang terbentuk disebut suhu termal (seimbang)

Ketika mencampurkan air panas dengan air dingin, kalor yang dilepaskan air panas akan sama besar dengan kalor yang diserap oleh air yang dingin. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah sehingga prinsip ini termasuk prinsip hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi pada pertukaran kalor dirumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728-1899). Oleh karena itu, pernyataan tersebut dikenal sebagai asas Black. Joseph Black merumuskan perpindahan kalor antara dua zat yang membentuk suhu termal sebagai berikut;

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_l \cdot c_l \cdot \Delta T_l = m_t \cdot c_t \cdot \Delta T_t$$

$$m_l \cdot c_l \cdot (T_l - T_{termal}) = m_t \cdot c_t \cdot (T_{termal} - T_2)$$

Keterangan :

m_l = massa benda yang melepas kalor

c_l = kalor jenis benda yang melepas kalor

ΔT_l = Besar perubahan suhu yang melepas kalor

m_t = massa benda yang menerima kalor

c_t = kalor jenis benda yang menerima kalor

ΔT_t = Besar perubahan suhu yang menerima kalor

T_{termal} = Suhu Campuran

Q_{lepas} = besar kalor yang diberikan

Q_{terima} = besar kalor yang diterima

Contoh Soal dan Pembahasan

Suatu hari Oming memasukan sebungkah es ke dalam sebuah wadah yang berisi air. Massa es dan air berturut turut adalah M gram dan 400 gram dengan suhu air dan es 0 °C dan 25 °C. Jika diasumsikan bejana tidak menyerap kalor. Jika kalor lebus es adalah 80 kal/g, kalor jenis air adalah 1 kal /g°C, semua es mencair dan suhu kesetimbangan termal sebesar 5°C maka massa es tersebut adalah

Penyelesaian

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

$$m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = M \cdot L$$

$$400 \cdot 1 \cdot (25 - 5) = M \cdot 80$$

$$8000 = M \cdot 80$$

$$\frac{8000}{80} = M$$

$$100 \text{ gram} = m_{\text{es}}$$

H. PEMUAIAN PADA ZAT PADAT

"Jika rel kereta dipasang tanpa memperhitungkan pemuaian, pada siang hari yang panas rel bisa melengkung akibat suhu tinggi. Oleh karena itu, fisika berperan penting dalam rekayasa struktur yang aman dan tahan perubahan cuaca."



Gambar 8

Celah Pada Rel Kereta Api

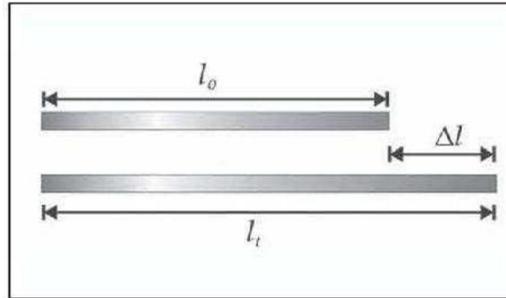
Sebelumnya telah dijelaskan bahwa setiap zat disusun oleh partikel-partikel kecil yang bergetar. Jika sebuah benda dipanaskan, partikel-partikel di dalamnya bergetar lebih kuat hingga saling menjauh, sehingga zat tersebut memuai. Jadi, pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu zat karena kenaikan suhu yang terjadi pada zat tersebut. Namun, jika benda didinginkan gerakan partikel-partikel akan melambat yang mengakibatkan partikel-partikel saling mendekat. Hal ini menyebabkan benda menyusut. Semakin panas suatu benda, maka semakin cepat gerakan antar partikel zat dan semakin besar pula pemuaian yang terjadi pada zat tersebut.

Setiap jenis zat mempunyai kemampuan memuai yang berbeda-beda. Gas misalnya memiliki kemampuan memuai lebih besar daripada zat cair dan zat padat. Pemuaian zat pada dasarnya terjadi ke segala arah. Namun, pada modul ini yang akan dibahas pemuaian panjang, luas, dan volume. Besar pemuaian bergantung pada ukuran awal zat, karakteristik bahan dan besar perubahan suhu zat.

1. Pemuaian Panjang

Jika zat padat dipanaskan, benda tersebut akan memuai ke segala arah. Hal ini berarti, ukuran panjang, luas, dan volume benda bertambah. Untuk zat padat yang berukuran panjang dengan luas penampang kecil seperti jarum rajut, kalian dapat memusatkan perhatian pada pertambahan panjangnya dan bisa mengabaikan pemuaian pada luas penampangnya. Pertambahan panjang pada zat padat yang dipanaskan relatif kecil sehingga butuh ketelitian untuk mengetahuinya. Seperti pada Gambar 5.

Pada Gambar 8 terlihat bahwa sebuah zat padat yang memiliki panjang awal (L_0). Setelah dipanaskan benda tersebut mengalami pertambahan panjang sebesar ΔL , sehingga panjang akhirnya menjadi L . Ketika batang logam dipanaskan, zat padat tersebut akan memuai sehingga mendorong jarum penunjuk pada skala. Karena jenis



Gambar 9
Pemuaian Panjang Pada Logam

logamnya berbeda, pemuaian panjang logam juga berbeda. Hal tersebut menunjukkan muai panjang logam berbeda-beda. Misalnya, besi, aluminium, logam, tembaga, dan lain-lain. Walaupun dipanaskan dalam waktu yang sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan koefisien muai panjang yang dimiliki oleh setiap zat padat. Koefisien muai panjang adalah perbandingan antara pertambahan panjang terhadap panjang awal zat persatuan kenaikan suhu. Semakin besar koefisien muai panjang suatu zat, maka semakin besar pertambahan panjangnya. Demikian juga sebaliknya. Semakin kecil koefisien muai panjang suatu zat maka semakin kecil pertambahan panjangnya.

Secara matematis, koefisien muai panjang (α) suatu zat dinyatakan sebagai:

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

Sehingga besar perubahan panjang dapat dinyatakan:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔL = pertambahan panjang zat (m)

L = panjang akhir zat (m)

L_0 = panjang awal zat (m)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

T = suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 = suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)

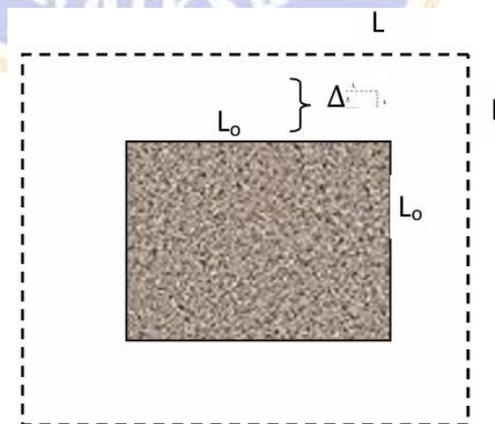
Jika perubahan suhu bernilai negatif maka perubahan panjang juga negatif, berarti zat memendek (menyusut). Koefisien muai panjang beberapa zat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Nilai koefisien muai panjang logam

No	Jenis logam	Koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)
1	Aluminium	0,000026
2	Baja	0,000011
3	Besi	0,000012
4	Emas	0,000014
5	Kaca	0,000009
6	Kuningan	0,000018
7	Tembaga	0,000017

2. Pemuai Luas

Jika suatu zat padat yang berbentuk persegi atau lempeng dipanaskan maka terjadi pemuai ke arah memanjang dan melebar. Dengan kata lain, zat tersebut mengalami pemuai luas. Apabila luas sebuah zat berbentuk lempeng yang bersuhu T_0 adalah A_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai sebesar ΔL .



Gambar 10

Lempeng logam jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian luas akhir zat adalah:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$\text{dan } \beta = 2\alpha$$

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔA = pertambahan luas zat (m^2)

A_0 = luas awal zat ($^{\circ}C$)

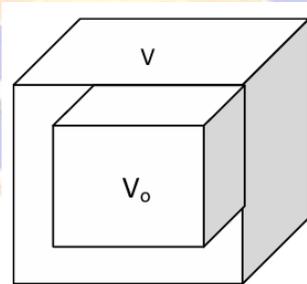
A = luas akhir zat ($^{\circ}C$)

β = koefisien muai luas ($/^{\circ}C$)

Jika perubahan suhu bernilai negatif, maka perubahan luas juga negatif berarti luas zat menyusut.

3. Pemuai volume

Jika zat padat berbentuk balok dipanaskan, maka akan terjadi pemuai dalam arah memanjang, melebar, dan meninggi. Hal ini berarti zat tersebut mengalami pemuai volume. Apabila luas sebuah zat berbentuk balok yang bersuhu T_0 adalah V_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai. Secara eksperimen ditemukan untuk jumlah gas tertentu bahwa volume gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diberikan ketika ketika suhu konstan, yaitu; sebesar ΔV (Gambar 11).



Gambar 11.

Balok jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian volume akhir zat adalah:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$\text{dan } \gamma = 3\alpha$$

$$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔV = pertambahan volum zat (m^3)

V_0 = volum awal zat (m^3)

V = volum akhir zat (m^3)

γ = koefisien muai volum ($^{\circ}C$)

Contoh Sol dan Pembahasan

Plat logam yang memiliki luas mula-mula 200 cm^2 . Jika koefisien muai luas logam tersebut adalah $0,00004/^{\circ}C$ dan terjadi kenaikan suhu sebesar $80^{\circ}C$, luas akhir logam tersebut adalah

Penyelesaian

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

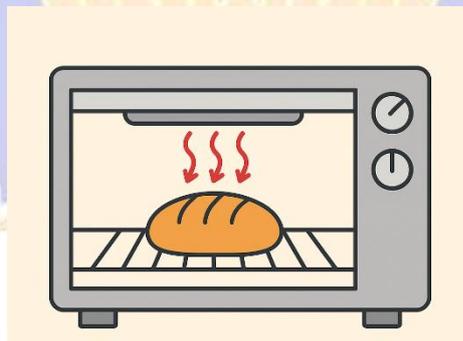
$$\Delta l = 0,00003 \cdot 200 \cdot 80 = 0,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas akhir} = A_0 + \Delta A$$

$$200 + 0,48 = 200,48 \text{ cm}^2$$

I. PERPINDAHAN KALOR

Pernahkan anda memanggang roti? Saat anda memanggang roti itu adalah salah satu peristiwa perpindahan panas.



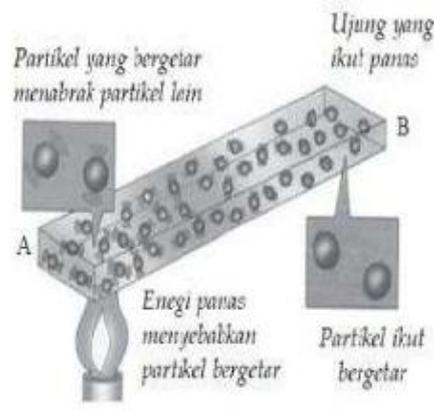
Gambar 12

Memanggang roti dalam oven

Gambar tersebut menunjukkan proses radiasi kalor dalam oven. Panas berasal dari elemen pemanas di bagian atas oven dan dipancarkan langsung ke permukaan roti dalam bentuk gelombang elektromagnetik (radiasi panas). Roti menerima panas secara merata tanpa memerlukan kontak langsung atau medium penghantar seperti udara atau logam.

1. Konduksi

Ketika sebuah batang logam dipanaskan pada salah satu ujungnya atau sebuah sendok logam diletakkan di dalam secangkir kopi yang panas. Beberapa saat kemudian, ujung yang kita pegang akan segera menjadi panas walaupun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas. Dalam hal ini kita katakan bahwa kalor dihantarkan dari ujung yang panas ke ujung lain yang lebih dingin.



Gambar 13

Proses Konduksi

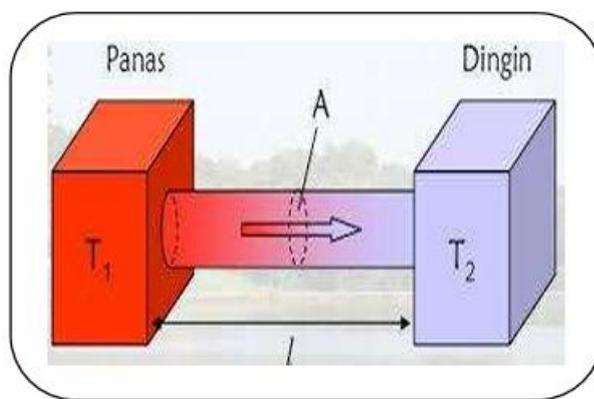
Konduksi atau hantaran kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat. Sementara itu, tumbukan dengan molekul-molekul yang langsung berdekatan lebih lambat, mereka mentransfer sebagian energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini kemudian juga mentransfer sebagian energi mereka dengan molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut. Dengan demikian, energi gerak termal ditransfer oleh tumbukan molekul sepanjang benda (Gambar 11). Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya konduksi. Jadi, konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat perantara dan selama terjadi perpindahan tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat perantaranya.

Syarat terjadinya konduksi kalor suatu benda adalah adanya perbedaan suhu antara dua tempat pada benda tersebut. Kalor akan berpindah dari tempat bersuhu tinggi ke tempat bersuhu rendah. Jika suhu kedua tempat sudah sama, rambatan kalor pun akan terhenti. Berdasarkan kemampuan suatu zat

menghantarkan kalor secara konduksi, zat dibedakan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator. Konduktor adalah zat yang mudah menghantarkan kalor. Sedangkan isolator adalah zat yang sangat sukar menghantarkan kalor.

Laju konduksi kalor melalui sebuah dinding bergantung pada empat besaran, yaitu;

- Beda suhu di antara kedua permukaan $\Delta T = T_1 - T_2$; makin besar beda suhu, makin cepat perpindahan kalor
- Ketebalan dinding atau panjang jalan yang dilalui oleh kalor tersebut
- Luas penampang penghantar kalor; makin besar luas permukaan, makin cepat perpindahan kalor
- Konduktivitas termal zat k (Jenis logam), merupakan ukuran kemampuan zat menghantarkan kalor; makin besar nilai k , makin cepat perpindahan kalor.



Gambar 14

Laju Konduksi Kalor

Berdasarkan penjelasan di atas, banyak kalor Q yang berpindah setiap satuan waktu adalah;

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

dengan:

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

ΔT = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}C$)

l = jarak antara kedua bagian benda yang berbeda suhunya (m)

t = selang waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat ($\frac{J}{s \cdot m \cdot ^\circ C}$)

Contoh soal dan Pembahasan

Sebuah jendela kaca ruang bangunan ber-AC panjangnya 4 m, tingginya 2,5 m, dan tebalnya 10 mm. Suhu permukaan kaca di dalam ruangan $24^\circ C$ dan suhu permukaan kaca luar ruangan $26^\circ C$. Tentukan banyaknya kalor yang mengalir dari luar ke dalam ruangan yang ber-AC tersebut melalui kaca jendela jika diketahui konduktivitas termal kaca $0,8 J/m s ^\circ C$.

Jawab :

Dik:

$$p = 4 m \quad t_1 = 24^\circ C$$

$$t = 2,5 m \quad t_2 = 26^\circ C$$

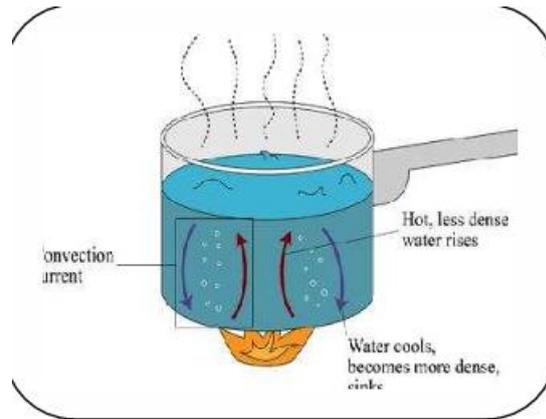
$$l = 10^{-2} m \quad k = 0,8 J/ms ^\circ C$$

Dit: $H = \dots?$

$$H = \frac{kA\Delta T}{l} = \frac{\left(0,8 \frac{J}{m s ^\circ C}\right) (4 m \times 2,5 m)(2^\circ C)}{10^{-2} m} = 1600 \frac{J}{s} = 1.600 \text{ watt}$$

2. Konveksi

Konveksi merupakan cara perpindahan kalor dengan diikuti oleh mediumnya. Pernahkah kalian merasakan ada angin yang panas. Angin dapat membawa kalor menuju kalian sehingga terasa lebih panas. Contoh lain adalah memasak air. Bagian air yang lebih dulu panas adalah bagian bawah, tetapi air yang lebih panas dapat bergerak ke atas sehingga terlihat ada gelembung-gelembung yang bergerak. Proses konveksi banyak terjadi pada medium gas dan cair. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Pada konveksi alamiah, pergerakan fluida terjadi akibat perbedaan massa jenis. Bagian fluida yang menerima kalor (dipanasi) memuai dan massa jenisnya menjadi lebih kecil sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh bagian fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar. Dalam konveksi paksa, arus konveksinya dipengaruhi oleh faktor luar, misalnya tekanan. Contohnya, kipas angin dapat digunakan untuk menghembuskan udara dari tempat dingin ke tempat yang panas.



Gambar 15

Laju Partikel Konveksi

Konveksi dalam kehidupan sehari-hari dapat kita lihat pada peristiwa terjadinya angin darat dan angin laut. Pada siang hari, daratan lebih cepat panas daripada laut, sehingga udara di atas daratan naik dan udara sejuk di atas laut bergerak ke daratan. Hal ini karena tekanan udara di atas permukaan laut lebih besar, sehingga angin laut bertiup dari permukaan laut ke daratan. Sebaliknya, pada malam hari daratan lebih cepat dingin daripada laut, sehingga udara bergerak dari daratan ke laut, disebut angin darat.

Laju kalor ketika sebuah benda panas memindahkan kalor ke fluida sekitarnya secara konveksi adalah sebanding dengan luas permukaan benda A yang bersentuhan dengan fluida dan beda ΔT di antara benda dan fluida. Secara matematis ditulis:

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

Dengan :

H = kalor yang merambat persatuan waktu (J/s)

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

T = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}C$)

t = waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat (J/s.m. $^{\circ}C$)

Contoh soal

Suhu udara dalam sebuah ruangan sebesar 20°C , sedangkan suhu permukaan jendela pada ruangan 30°C . Berapa laju kalor yang diterima oleh jendela kaca seluas $1,5\text{ m}^2$ jika konveksi udara saat itu $7,5 \times 10^{-1}\text{ kal/s m}^2\text{C}^{\circ}$?

Jawab:

Dik :

$$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

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

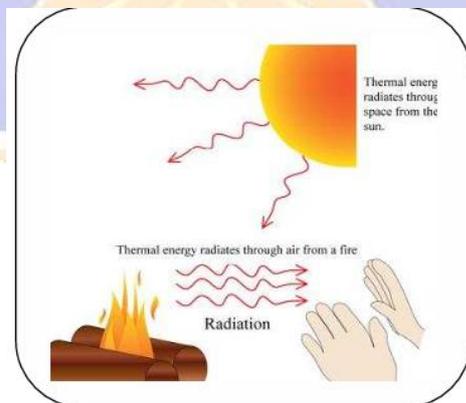
$$A = 1,5\text{ m}^2$$

$$H = 7,5 \times 10^{-1}\text{ kal/s m}^2\text{C}^{\circ}$$

$$H = h A \Delta T = (7,5 \times 10^{-1}\text{ kal/s m}^2\text{C}^{\circ}) (1,5\text{ m}^2) (10^{\circ}\text{C}) = 11,25\text{ kal}$$

3. Radiasi

Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan adanya materi sebagai medium untuk membawa kalor dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin. Akan tetapi, perpindahan kalor secara radiasi (pancaran) terjadi tanpa medium apapun. Semua kehidupan di dunia ini bergantung pada transfer energi dari matahari, dan energi ini ditransfer ke Bumi melalui ruang hampa (hampa udara). Bentuk transfer energi ini dalam bentuk kalor yang dinamakan radiasi. Jadi, radiasi adalah perpindahan kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 16

Proses Radiasi

Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik. Radiasi dari Matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya

yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan Bumi. Kecepatan atau laju radiasi kalor dari sebuah benda sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak ($\propto T^4$) benda tersebut. Sebagai contoh, sebuah benda pada suhu 2.000 K, jika dibandingkan dengan benda lain pada suhu 1.000 K, akan meradiasikan kalor dengan kecepatan 16 (24) kali lipat lebih besar. Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas A dari benda yang memancarkan kalor.

Dengan demikian, kecepatan radiasi kalor meninggalkan sumber tiap selang waktu tertentu ($Q/\Delta t$) dirumuskan:

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

Persamaan tersebut disebut persamaan Stefan-Boltzman dan σ adalah konstanta universal yang disebut konstanta Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$). Faktor e disebut emisivitas bahan, merupakan bilangan antara 0 sampai 1 yang bergantung pada karakteristik materi. Permukaan yang sangat hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, sedangkan bahan yang permukaannya mengkilat mempunyai yang mendekati nol sehingga memancarkan radiasi yang lebih kecil. Permukaan mengkilat tidak hanya memancarkan radiasi yang lebih kecil, tetapi bahan tersebut juga hanya menyerap sedikit dari radiasi yang menimpanya (sebagian besar dipantulkan). Benda hitam dan yang sangat gelap, menyerap kalor hampir seluruh radiasi yang menimpanya. Dengan demikian, bahan penyerap kalor yang baik juga merupakan pemancar kalor yang baik .

Contoh soal

Sebuah lempeng besi panas yang suhu permukaannya 227°C memiliki koefisien emisivitas permukaan sebesar 0,5. Tentukanlah daya per satuan luas permukaan yang dipancarkan oleh lempengan besi tersebut.

Jawab :

Dik :

$$T = 227^\circ\text{C} = 500\text{K}$$

$$\sigma = 5,672 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$e = 0,5$$

dit : P =.....?

$$P = e \sigma T^4 = (0,5)(5,672 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2\text{K}^4)(500\text{K})^4 = 1,772,5 \text{ W/m}^2$$





Lampiran 2 : Lembar Kerja Peserta Didik (Praktikum)

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR

LKPD I

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

1.()
2.()
3.()
4.()
5.()
6.()
7.()

I. Judul Percobaan

Suhu dan Termometer

II. Tujuan

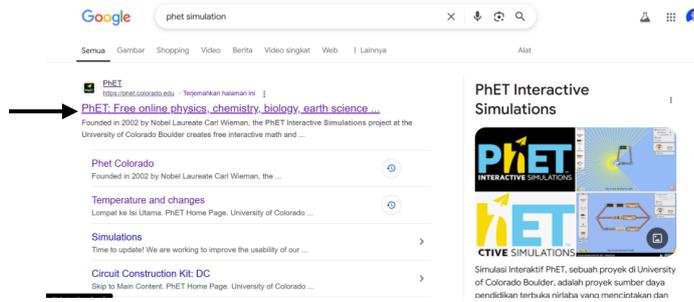
Untuk mengetahui hubungan jumlah kalor (panas) terhadap kenaikan suhu suatu benda

III Alat dan bahan

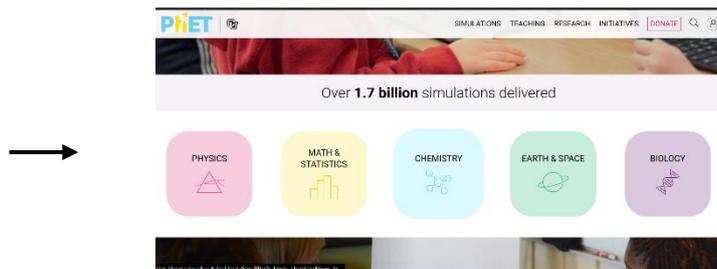
1. Komputer
2. Software pengakses website yang sudah terinstal flash player
3. Laboratorium virtual *PHET* Colorado
4. Software pemutar flash dan java
5. Internet

IV Prosedur Kerja

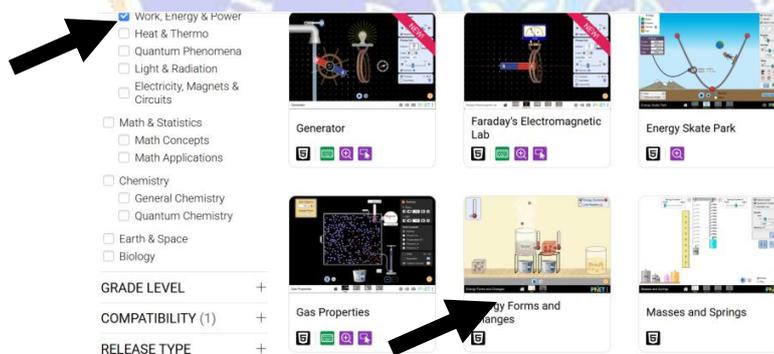
1. Akseslah *PhET* Simulation, kemudian klik : *PhET : free online Physisc*
https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html



2. Klik pilihan Physisc



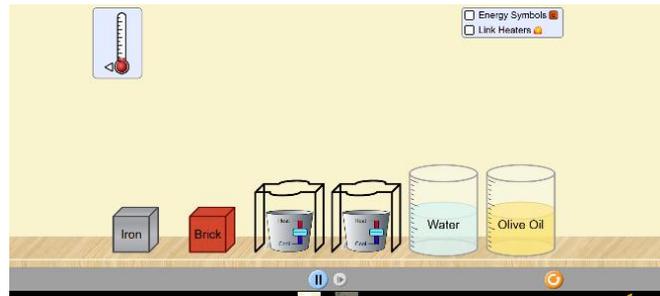
3. Centang bagian *work energi, and Power*, dan pilih menu *energy forms and changes*. Setelah itu akan muncul tampilan sebagai berikut



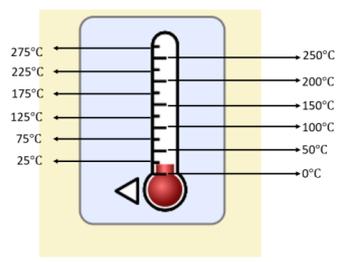
4. Klik menu intro



5. Tampilan *PhET* akan seperti gambar dibawah



6. Kita asumsikan suhu pada termometer seperti gambar di bawa ini!



7. Letakan wadah yang berisi air di atas tungku!



8.

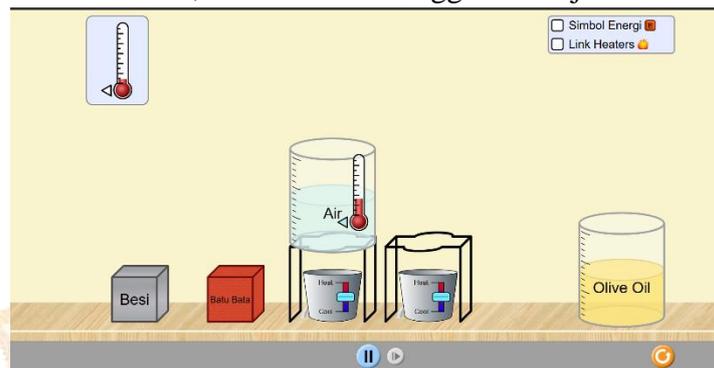
9. Tambahkan termometer pada air seperti pada gambar dibawah!



10. Panaskan air dengan menekan tuas pemanas dengan durasi waktu sesuai petunjuk praktikum (4 sekon, 6 sekon, 8 sekon)



11. Setelah 4 sekon, turunkan tuas hingga menunjukkan cool selama 4 sekon



12. Ulangi percobaan pada air dengan dengan variasi (4,6,dan 8 sekon) yang diikuti dengan menurunkan tuas kea rah cool selama 4 sekon
 13. Ulangi Langkah 7 sampai 12 dengan mengganti objek menjadi minyak, batu bata dan besi
 14. Catat hasil pengamatan pada table hasil pengamatan dibawah ini!

IX. Tabel hasil Pengamatan

Asumsikan pada pengamatan di atas terdapat beberapa faktor yang diketahui diantaranya adalah

Table 2 : Hasil Pengamatan air

Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pemanasan (sekon)	Suhu Akhir setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pendinginan selama 4 detik	Suhu akhir setelah didinginkan ($^{\circ}\text{C}$)
25	4 sekon		4 sekon	
	6 sekon			
	8 sekon			

Tabel 3 : Hasil Pengamatan pada minyak

Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pemanasan (sekon)	Suhu Akhir setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pendinginan selama 4 detik	Suhu akhir setelah didinginkan ($^{\circ}\text{C}$)
25	4 sekon		4 sekon	
	6 sekon			
	8 sekon			

Table 2 : Hasil Pengamatan batu bata

Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pemanasan (sekon)	Suhu Akhir setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pendinginan selama 4 detik	Suhu akhir setelah didinginkan ($^{\circ}\text{C}$)
25	4 sekon		4 sekon	
	6 sekon			
	8 sekon			

Tabel 4 : Hasil Pengamatan pada Besi

Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pemanasan (sekon)	Suhu Akhir setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu pendinginan selama 4 detik	Suhu akhir setelah didinginkan ($^{\circ}\text{C}$)
25	4 sekon		4 sekon	
	6 sekon			
	8 sekon			

Asumsikan bahwa waktu adalah jumlah kalor yang diberikan kepada benda

X. Pertanyaan

1. Buatlah grafik hubungan antara jumlah kalor yang diberikan terhadap kenaikan suhu.
2. Berdasarkan pengamatanmu, bagaimanakah pengaruh jumlah energi panas yang terkandung pada setiap bahan terhadap kenaikan suhu yang terjadi?
3. Berdasarkan hasil pengamatan, apakah jenis benda berpengaruh terhadap kenaikan suhu?
4. Faktor apa saja yang cepat lambatnya kenaikan suhu benda berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.
5. Bagaimana keadaan grafik saat air dipanaskan selama 8 detik, kemudian secara tiba tiba suhu diturunkan selama 4 detik? jelaskan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR

LKPD II

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

8.()
9.()
10.()
11.()
12.()
13.()
14.()

I. Judul Percobaan

Pengaruh Kalor dan Kalor Jenis Terhadap Kenaikan Suhu Zat

II. Tujuan

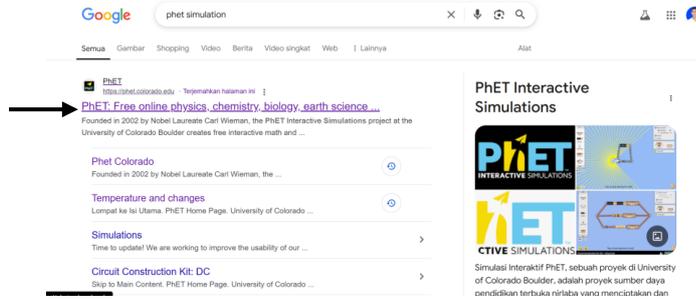
Untuk mengetahui pengaruh kalor jenis terhadap kecepatan benda mengalami perubahan suhu

III Alat dan bahan

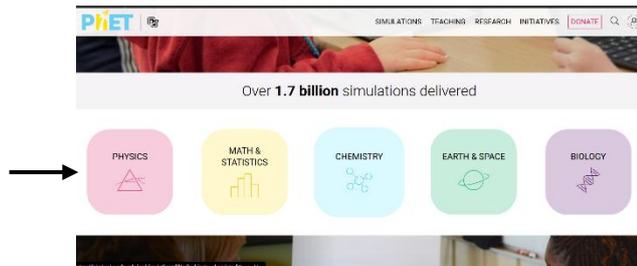
6. Komputer
7. Software pengakses website yang sudah terinstal flash player
8. Laboratorium virtual *PHET* Colorado
9. 2 stopwatch
10. Software pemutar flash dan java
11. Internet

IV Prosedur Kerja

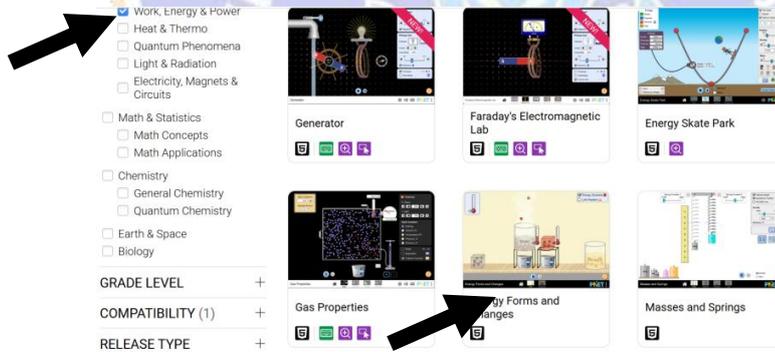
15. Akseslah *PhET* Simulation, kemudian klik : *PhET : free online Physisc*
https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html



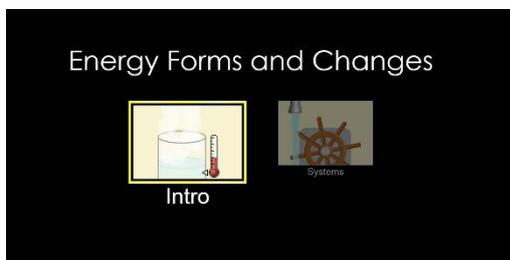
16. Klik pilihan Physisc



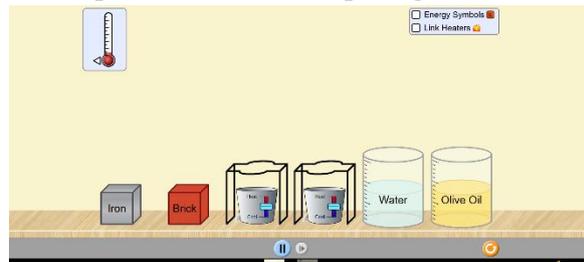
17. Centang bagian *work energi, and Power*, dan pilih menu *energy forms and changes*. Setelah itu akan muncul tampilan sebagai berikut



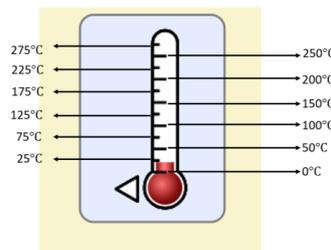
18. Klik menu intro



19. Tampilan *PhET* akan seperti gambar dibawah



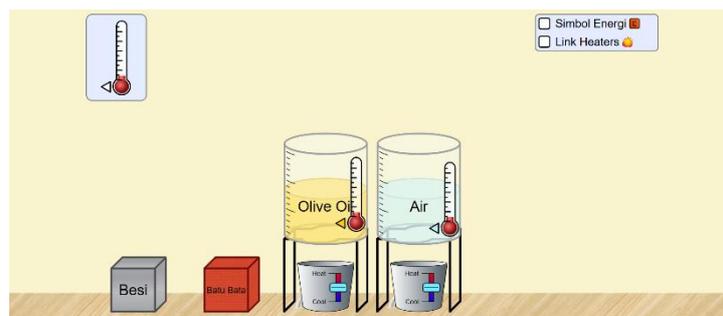
20. Kita asumsikan suhu pada termometer seperti gambar di bawa ini!



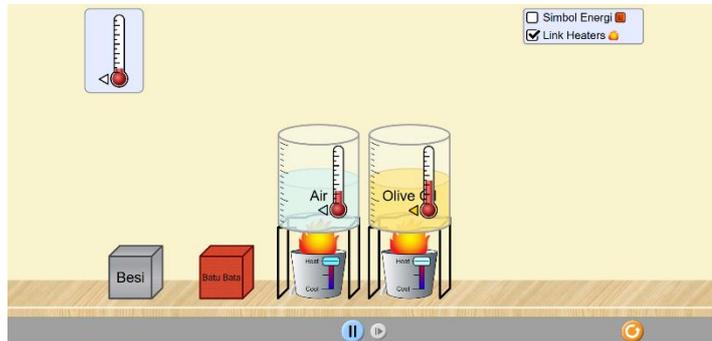
21. Letakan wadah yang berisi air dan wadah yang berisi minyak di di atas tungku seperti pada gambar dibawah ini!



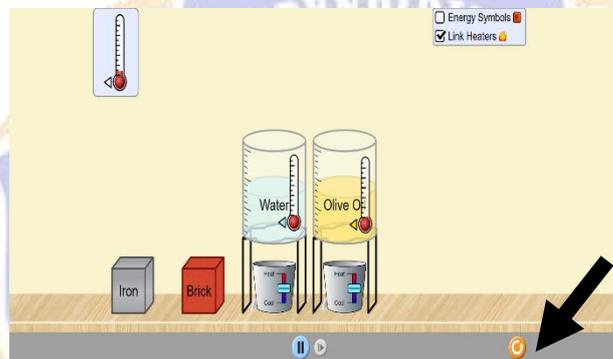
22. Letakan thermometer pada kedua objek benda seperti pada gambar dibawah ini!



23. Panaskan minyak dan air hingga mencapai dengan variasi waktu (3,6,9,12 sekon) dengan menaikan tuas pemanas lalu hubungkan pemanas dengan mengklik *link heaters* seperti pada gambar dibawah!



24. Setelah 3 sekon, reset percobaan dengan menekan tombol reset seperti pada gambar dibawah ini!



25. Lakukan Langkah hingga variasi waktu 3,6,9,dan 12
 26. Lakukan Langkah 7-11 pada batu bata dan besi!
 27. Catat hasil pengamatan pada table pengamatan

Tabel Hasil Pengamatan

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis (J/kg°C atau kal/g°C)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) dalam °C

Tabel 1 : Hubungan antara jumlah kalor dengan kenaikan suhu benda

Catatan : Asumsikan waktu untuk memanaskan benda adalah jumlah kalor (Q)

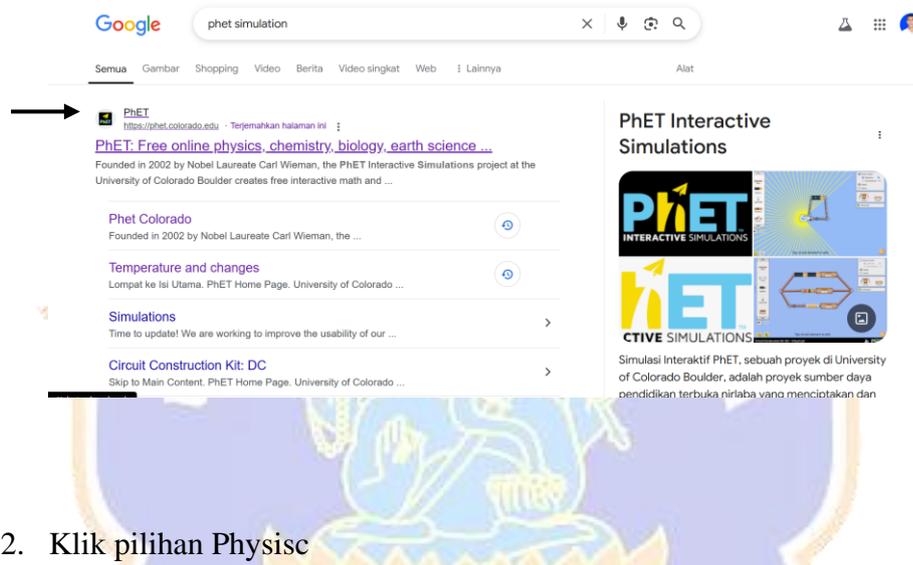
Zat	Massa (kg)	Waktu (sekon)	Suhu Awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Perubahan suhu (°C)
Air	2 kg	3	25 °C		
		6			
		9			
		12			
Minyak	2 kg	3	25 °C		
		6			
		9			
		12			

Zat	Massa (kg)	Waktu (sekon)	Suhu Awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Perubahan suhu (°C)
Besi	2 kg	3	25 °C		
		6			
		9			
		12			
Batu bata	2 kg	3	25 °C		
		6			
		9			

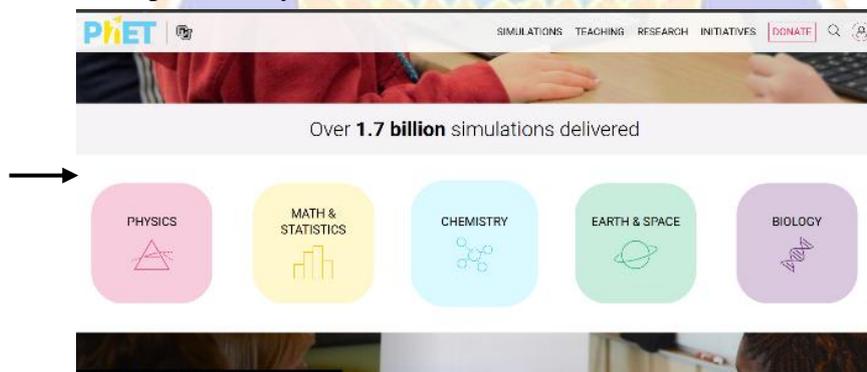
		12			
--	--	----	--	--	--

Prosedur Kerja

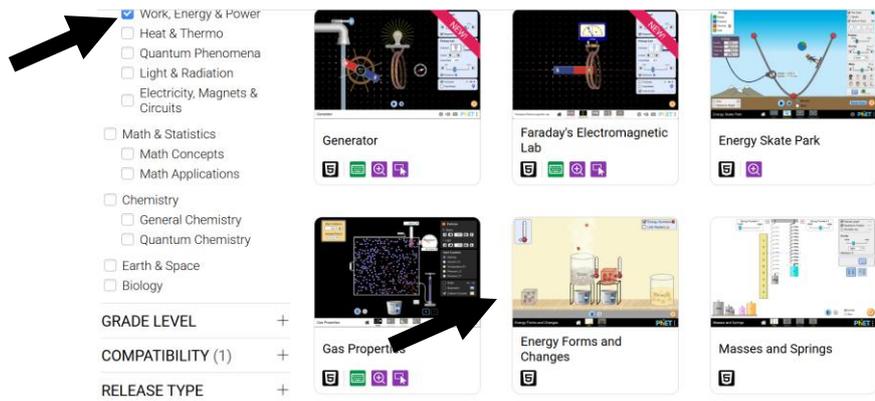
1. Akseslah *PhET* Simulation, kemudian klik : *PhET : free online Physisc*
https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html



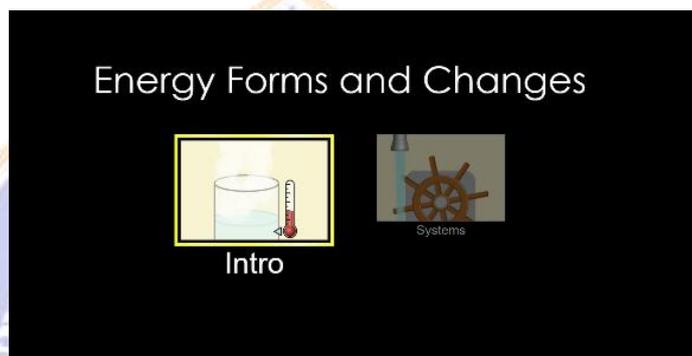
2. Klik pilihan Physisc



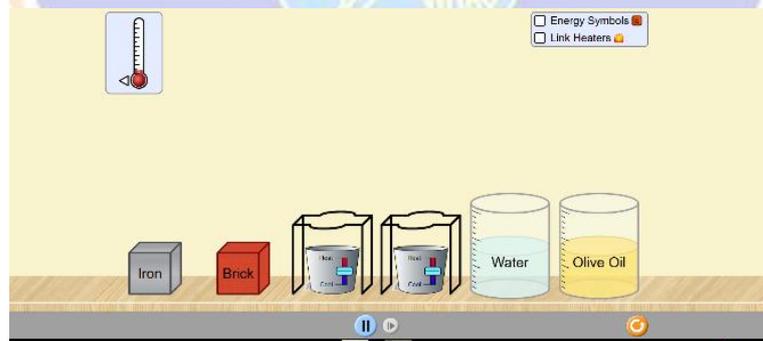
3. Centang bagian *work energi, and Power*, dan pilih menu *energy forms and changes*. Setelah itu akan muncul tampilan sebagai berikut



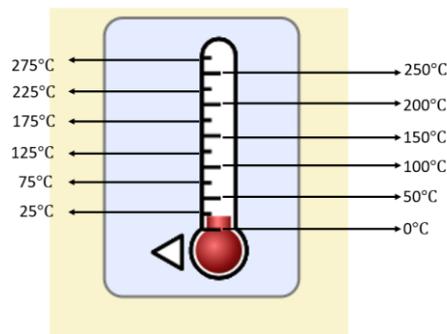
4. Klik menu intro



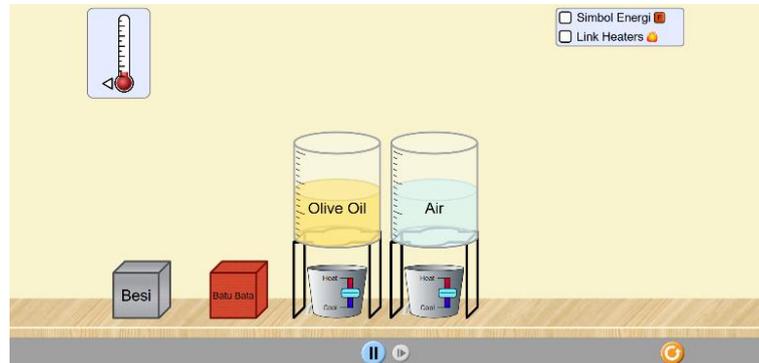
5. Tampilan *PhET* akan seperti gambar dibawah



6. Kita asumsikan suhu pada termometer seperti gambar di bawah ini!



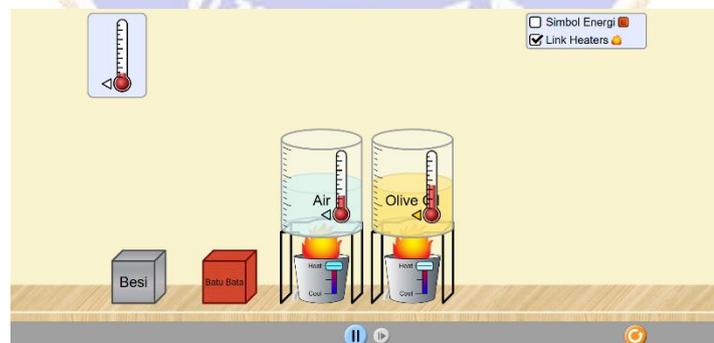
7. Letakan wadah yang berisi air dan wadah yang berisi minyak di di atas tungku seperti pada gambar dibawah ini!



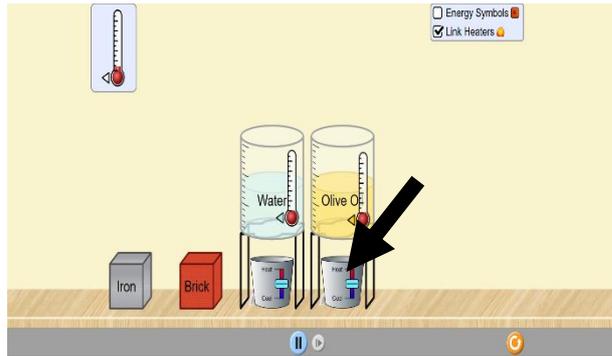
8. Letakan thermometer pada kedua objek benda seperti pada gambar dibawah ini!



9. Panaskan minyak dan air hingga mencapai dengan variasi waktu (6 dan 12 sekon) dengan menaikkan tuas pemanas lalu hubungkan pemanas dengan mengklik *link heaters* seperti pada gambar dibawah!



10. Setelah 6 dan 12 sekon, klik tombol jeda untuk mencatat hasil penelitian!



11. Lakukan Langkah 7-11 pada batu bata dan besi!

12. Catat hasil pengamatan pada table pengamatan

Persamaan Mencari Kalor Jenis (c)

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis (J/kg $^{\circ}$ C atau kal/g $^{\circ}$ C)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) dalam $^{\circ}$ C

Tabel 2 : tabel hubungan kalor jenis dengan kenaikan suhu zat

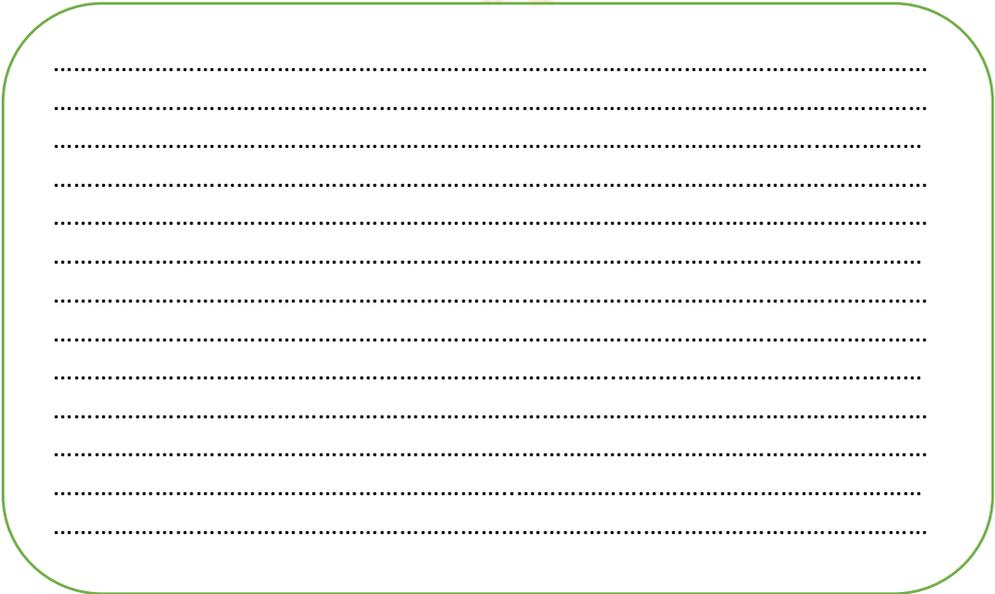
- ❖ Asumsikan lama waktu pemanasan adalah jumlah kalor (1 detik mewakili 52.500J)

Zat	Massa (kg)	Waktu (sekon)	Suhu Awal ($^{\circ}$ C)	Suhu setelah dipanaskan ($^{\circ}$ C)	Perubahan suhu ($^{\circ}$ C)	Besar kalor jenis (J/kg $^{\circ}$ C)
Air	2 kg	12 detik	25 $^{\circ}$ C			
Minyak	2 kg	12 detik	25 $^{\circ}$ C			
Batu Bata	8 kg	12 detik	25 $^{\circ}$ C			
Besi	8 kg	12 detik	25 $^{\circ}$ C			

V. Analisis Data

1. Buatlah grafik hubungan antara waktu pemanasan (kalor) dengan besar kenaikan suhu (dalam 1 grafik) kemudian berikan penjelasan terkait dengan grafik yang kalian buat
2. Buatlah grafik hubungan antara kalor jenis dengan besar kenaikan suhu (dalam 1 grafik) kemudian berikan penjelasan mengapa peristiwa tersebut terjadi ?
3. Diantara keempat benda di atas, manakah bendah yang paling cepat mengalami kenaikan panas? Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Jelaskan!
4. Bagaimana hubungan antara kalor jenis terhadap kenaikan suhu benda
5. Tariklah kesimpulan berdasarkan percobaan yang dilakukan!

Jawaban Siswa:



SOAL UJI PEMAHAMAN

1. Seorang siswa memanaskan 0,5 kg air dari suhu 30°C hingga 80°C . Jika kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, hitunglah jumlah kalor yang diperlukan!
2. Dua benda, yaitu besi dan air, memiliki massa dan suhu awal yang sama yaitu 1 kg dan 25°C . Kedua benda menyerap kalor yang sama besar, yaitu 42.000 joule. Kalor jenis besi adalah $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, dan kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
 - a. Hitunglah kenaikan suhu masing-masing benda.
 - b. Analisis dan jelaskan mengapa kenaikan suhu kedua benda berbeda meskipun menyerap kalor yang sama.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR

LKPD : III

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

15.()
 16.()
 17.()
 18.()
 19.()
 20.()

I. Judul Percobaan

Asas Black

II. Tujuan

1. Untuk memahami konsep asas Black
2. Untuk mengetahui kalor jenis dengan menggunakan konsep kalor lepas dan kalor terima

III Dasar Teori

Asas Black merupakan sebuah prinsip dalam ilmu termodinamika yang diperkenalkan oleh Joseph Black. Prinsip ini menyatakan bahwa ketika dua zat dengan suhu berbeda dicampurkan, jumlah panas (kalor) yang dilepaskan oleh zat yang bersuhu lebih tinggi akan sama dengan jumlah panas yang diserap oleh zat yang bersuhu lebih rendah. Hal ini terjadi karena energi bersifat kekal, sehingga zat yang suhunya lebih tinggi akan kehilangan sejumlah energi panas, sedangkan zat yang suhunya lebih rendah akan menerima energi dalam jumlah yang sama. Energi tersebut berpindah dari zat panas ke zat dingin hingga mencapai suhu yang seimbang. Secara matematis, prinsip ini dapat dituliskan sebagai:

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

Keterangan

Q_{lepas} = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

Q_{terima} = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

Besarnya kalor yang dihitung menggunakan persamaan

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

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

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2)$$

Keterangan :

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 (J/kg°C)

c_2 = kalor jenis benda 2 (J/kg°C)

T_1 = suhu awal benda 1 (°C)

T_2 = suhu awal benda 2 (°C)

T_c = suhu campuran benda 1 dan 2 (°C)

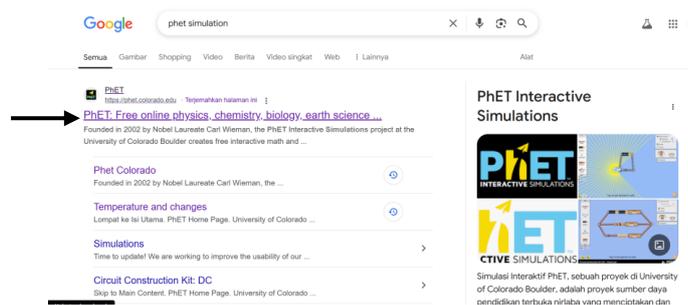
IV Alat dan bahan

12. Komputer
13. Software pengakses website yang sudah terinstal flash player
14. Laboratorium virtual *PHET* Colorado
15. Software pemutar flash dan java
16. Internet

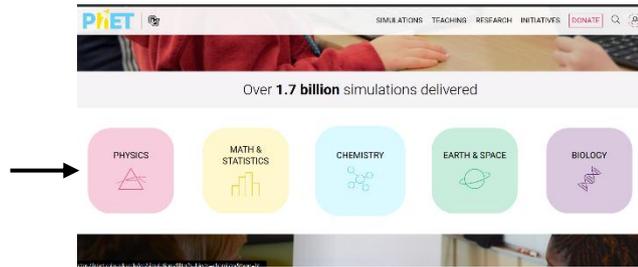
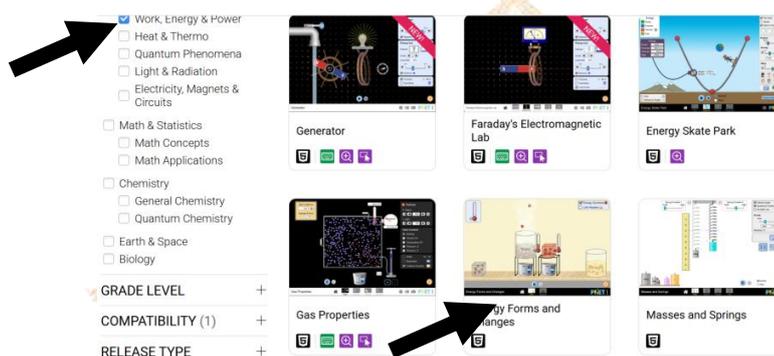
V Prosedur Kerja

28. Akseslah *PhET* Simulation, kemudian klik : *PhET* : free online Physisc

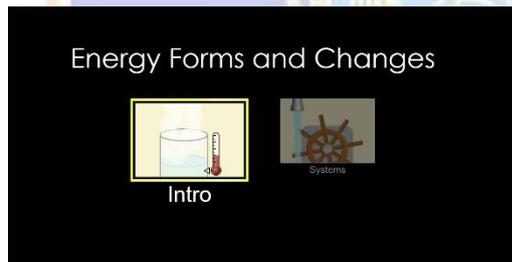
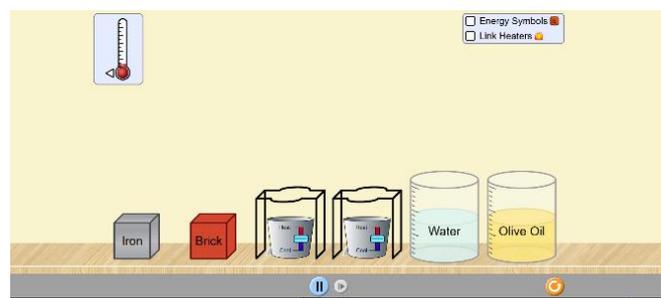
https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html



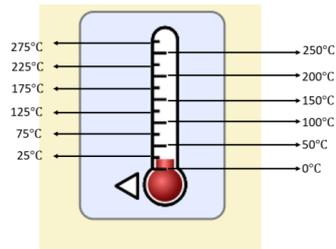
29. Klik pilihan Phisisc

30. Centang bagian *work energi, and Power*, dan pilih menu *energy forms and changes*. Setelah itu akan muncul tampilan sebagai berikut

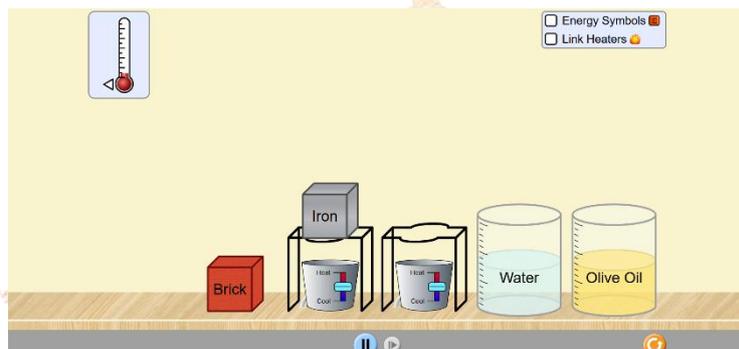
31. Klik menu intro

32. Tampilan *PhET* akan seperti gambar dibawah

33. Kita asumsikan suhu pada termometer seperti gambar di bawa ini!



34. Letakan besi di atas tungku seperti pada gambar dibawah ini!



35. Letakan thermometer pada besi dan air untuk mengukur suhu benda seperti pada gambar dibawah ini!



36. Panaskan besi dengan menaikan tuas ke arah heat sampai menunjukan suhu selama 10 detik

37. Masukkan besi ke dalam air kemudian catat suhu kesetimbangan air dan besi

38. Catat hasil suhu kesetimbangan pada table hasil pengamatan

39. Ulangi Langkah 7-12 namun air digantikan dengan minyak.

40. Ulangi Langkah 7-13 namun besi digantikan dengan bata

V. TABEL HASIL PENGAMATAN

1. PEMANASAN BESI

A. Pada Medium air

Ben da	Mass a Loga m (kg)	waktu Pemas an (sekon)	Suhu besi setelah dipanaskan	Suhu campu ran (Tc)	Suhu awal air (T ₀) (°C)	Suhu Campu ran (Tc)	Kalo r jenis besi J/kg	Kalo r jenis air J/kg (°C)
Bes i	8 kg	10						4200

B. Pada Medium Minyak

Ben da	Mass a Loga m (kg)	waktu Pemas an (sekon)	Suhu besi setelah dipanaskan	Suhu campu ran (Tc)	Suh u awal air (T ₀) (°C)	Suhu Campu ran (Tc)	Kal or jeni s besi J/kg	Kalor jenis minyak J/kg(° C)
Besi	8 kg	10						2100

2. PEMANASAN BATA

A. Medium Air

Ben da	Mass a Loga m (kg)	waktu Pemas an (sekon)	Suhu besi setelah dipanaskan	Suhu campu ran (Tc)	Suh u awal air (T ₀) (°C)	Suhu Campu ran (Tc)	Kal or jeni s besi J/kg	Kalor jenis air J/kg(° C)
Bata	8 kg	10						4200

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR**

LKPD : V

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

7.()
8.()
9.()
10.()
11.()
12.()
13.()

I. Judul Percobaan

Perpindahan kalor

II. Tujuan

3. Untuk memahami konsep asan Black
4. Untuk mengetahui kalor jenis dengan menggunakan konsep kalor lepas dan kalor terima

III Dasar Teori

Asas Black merupakan sebuah prinsip dalam ilmu termodinamika yang diperkenalkan oleh Joseph Black. Prinsip ini menyatakan bahwa ketika dua zat dengan suhu berbeda dicampurkan, jumlah panas (kalor) yang dilepaskan oleh zat yang bersuhu lebih tinggi akan sama dengan jumlah panas yang diserap oleh zat yang bersuhu lebih rendah. Hal ini terjadi karena energi bersifat kekal, sehingga zat yang suhunya lebih tinggi akan kehilangan sejumlah energi panas, sedangkan zat yang suhunya lebih rendah akan menerima energi dalam jumlah yang sama. Energi tersebut berpindah dari zat panas ke zat dingin hingga mencapai suhu yang seimbang. Secara matematis, prinsip ini dapat dituliskan sebagai:

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

Keterangan

Qlepas = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

Qterima = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

Besarnya kalor yang dihitung menggunakan persamaan

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

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

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

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2)$$

Keterangan :

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 (J/kg°C)

c_2 = kalor jenis benda 2 (J/kg°C)

T_1 = suhu awal benda 1 (°C)

T_2 = suhu awal benda 2 (°C)

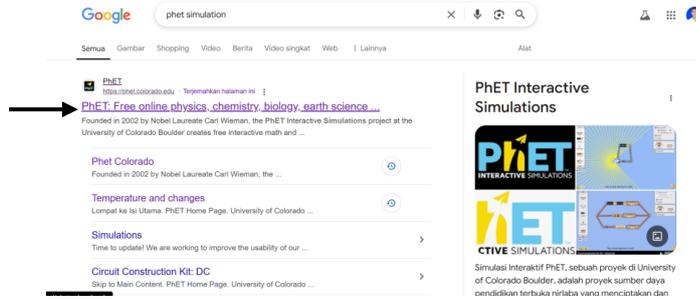
T_c = suhu campuran benda 1 dan 2 (°C)

IV Alat dan bahan

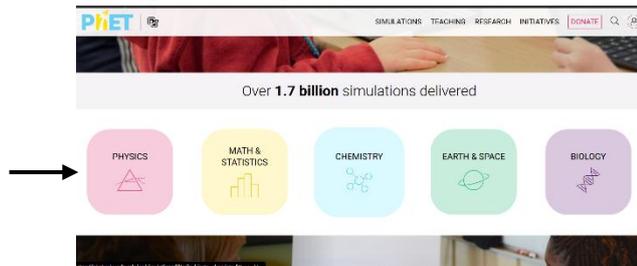
17. Komputer
18. Software pengakses website yang sudah terinstal flash player
19. Laboratorium virtual *PHET* Colorado
20. Software pemutar flash dan java
21. Internet

V Prosedur Kerja

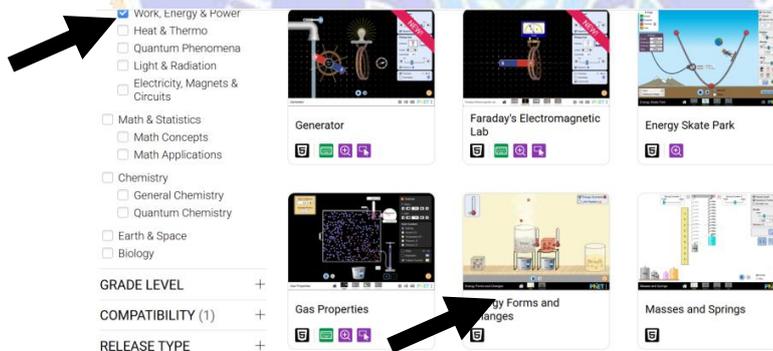
41. Akseslah *PhET* Simulation, kemudian klik : *PhET : free online Physisc*
https://PhET.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html



42. Klik pilihan Physisc



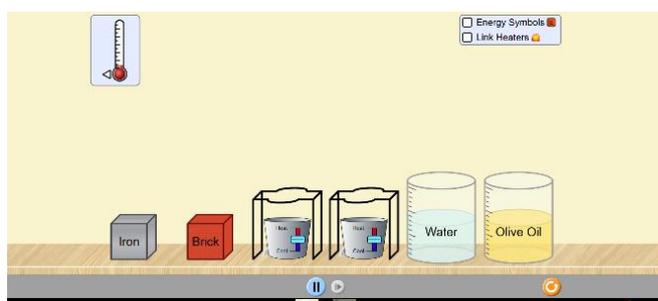
43. Centang bagian *work energi, and Power*, dan pilih menu *energy forms and changes*. Setelah itu akan muncul tampilan sebagai berikut



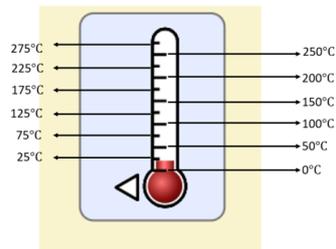
44. Klik menu intro



45. Tampilan *PhET* akan seperti gambar dibawah



46. Kita asumsikan suhu pada termometer seperti gambar di bawa ini!



47. Centang symbol energi dan link heater seperti pada gambar dibawah ini!



48. Letakan air dan minyak di atas tungku seperti pada gambar dibawah ini!



49. Letakan thermometer pada besi dan air untuk mengukur suhu benda seperi pada gambar dibawah ini!



50. Panaskan air dan minyak dengan menaikkan tuas ke arah heat sampai menunjukkan suhu selama 10 detik



51. Catat data yang diperoleh pada tabel pengamatan
52. Ulangi langkah 7 – 11 pada besi dan batu bata

V. TABEL HASIL PENGAMATAN

Percobaan ke-	Nama Zat/Benda	Jumlah Energi Panas Pada Benda		Kecepatan perpindahan energi panas
		Sebelum Dipanaskan	Setelah Dipanaskan	
1	Minyak			
2	Air			
3	Batu Bata			
4	Besi			

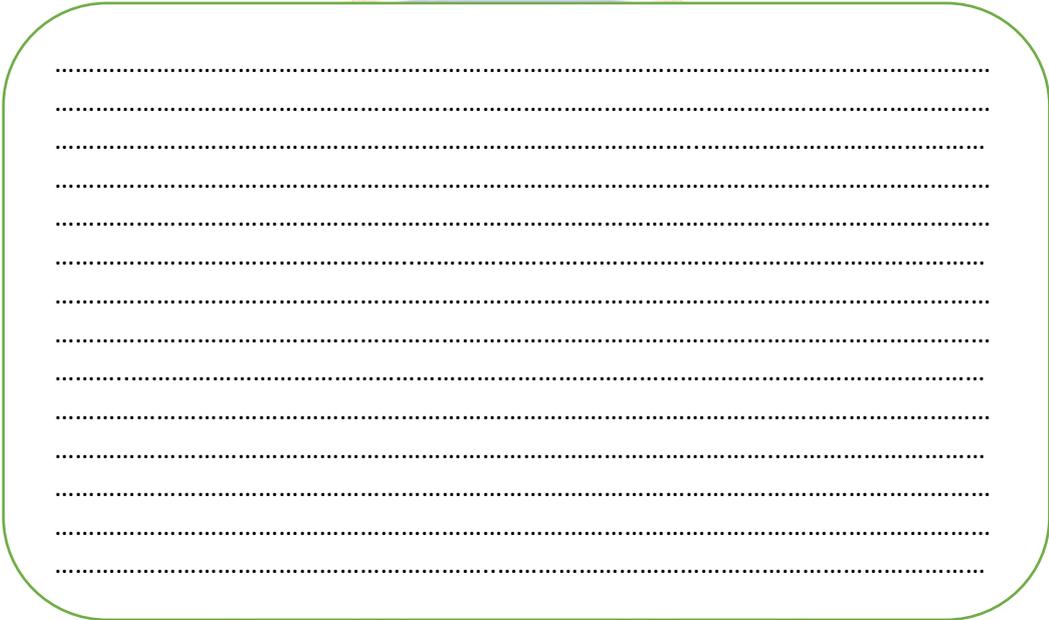
Catatan : untuk jumlah energi, jawab dengan sedikit, cukup banyak, dan sangat banyak dan sangat banyak

Untuk kecepatan jawab dengan lambat sedang, dan cepat

VI ANALISIS DATA

1. Bandingkan dan analisis jumlah energi panas dan kecepatan perpindahan kalor dari keempat benda yang diuji. Apa pola yang kamu temukan?
2. Menurutmu, apakah ada hubungan antara jenis zat dengan jumlah energi panas yang bisa diserap dan kecepatan perpindahannya? Jelaskan berdasarkan hasil pengamatan.
3. Jika percobaan ini dilakukan lebih lama, benda manakah yang kira-kira akan mencapai suhu maksimum paling lambat? Mengapa?
4. Ketika air dan minyak dipanaskan, pemanas melepaskan kalor kemudian air dan minyak menerima kalor. Jelaskan perpindahan kalor yang terjadi ketika air dan minyak dipanaskan!
5. Jelaskan perbedaan konduksi, konveksi, radiasi! Dan berikan contoh fenomenanya pada kehidupan sehari-hari

VII JAWABAN SISWA



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

VIII SOAL UJI PEMAHAMAN SISWA

1. Seorang siswa ingin memanaskan minuman dalam waktu singkat. Ia memiliki empat wadah berbeda: besi, plastik, kaca, dan tanah liat. Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, wadah manakah yang sebaiknya digunakan? Jelaskan pilihanmu berdasarkan jenis perpindahan kalor yang dominan!
2. Sebuah termos dirancang untuk menjaga suhu air tetap panas lebih lama. Dindingnya dilapisi lapisan logam reflektif dan ruang hampa udara. Analisislah bagaimana desain termos tersebut mengurangi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

3. Sebuah benda logam bermassa 200 gram dan bersuhu 90°C dimasukkan ke dalam 300 gram air bersuhu 30°C di dalam wadah tertutup. Kalor jenis logam adalah $400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
- A. Hitunglah suhu akhir campuran jika tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan!
 - B. Berdasarkan hasil perhitunganmu, analisislah bahan mana yang lebih banyak menerima atau melepaskan kalor dan jelaskan alasannya!

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Lampiran 3 : Instrumen Penilaian

INTRUMEN PENILAIAN KOGNITIF

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Nomor Soal		Total skor	Nilai
		1	2		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					

37					
38					
39					

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

INTRUMEN PENILAIAN SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Rasa ingin tahu	Disiplin	Kerjasama	Teliti	Jujur	Nilai Akhir
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							

Rubrik Penilaian Sikap

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Rasa Ingin tahu		Teknik Penilaian
Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	4	Skor makasimal = $5 \times 4 = 20$
Sering bertanya dan mengekspolari informasi dari berbagai sumber.	3	Skor total = $\frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Kadang-kadang bertanya dan mengekspolari informasi dari berbagai sumber.	2	
Tidak pernah bertanya dan mengekspolari informasi dari berbagai sumber.	1	
Disiplin		
Selalu tertib instruksi/membuat menjadi kondusif. mengikuti kondisi kelas	4	
Sering tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	3	
Kadang-kadang tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	2	
Tidak pernah tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	1	
Kerjasama		
Selalu ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaika LKPD kelompok.	4	
Sering ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaika LKPD kelompok.	3	

Kadang-kadang ikut berperan/kerjasama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaikan LKPD kelompok.	2	
Tidak pernah ikut berperan/kerjasama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaikan LKPD kelompok.	1	
Teliti		
Selalu teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	4	
Sering teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	3	
Kadang-kadang teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	2	
Tidak pernah teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data	1	
Jujur		
Selalu menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur	4	
Sering menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur.	3	
Kadang-kadang menjawab pertanyaan dengan jujur.	2	
Tidak pernah menjawab pertanyaan dengan jujur.	1	

INSTRUMEN PENILAIAN DIRI

Bentuk : Jurnal Belajar

Silahkan isi tabel berikut untuk melihat perkembangan belajar anda!

Sebelum saya belajar materi ini	Saya tidak mengerti tentang
Ketika saya sedang mempelajari materi ini	Saya memiliki kesulitan dalam

Setelah saya mempelajari materi ini	Saya mendapatkan pengetahuan baru tentang

INTRUMEN PENILAIAN TEMAN

Bentuk : Komentar

Silahkan berikan komentar anda terhadap 2 orang teman kelompok terkait sikap dan pemahaman dalam aktivitas pembelajaran di kelas

Nama	Deskripsi

INTRUMEN PENILAIAN KETERAMPILAN

Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI/Genap
Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Kinerja/Presentasi/menanggapi		Total skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					

Rubrik Penilaian keterampilan

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Visualisasi		Teknik Penilaian
Presentasi/ bertanya / menanggapi dengan Bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gesture	4	Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gesture.	3	Skor total = $\frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gesture	2	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gesture.	1	
Konten		
Tepat, jelas, dan lengkap.	4	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap..	3	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap.	2	
Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap	1	





Lampiran 3. 2 Modul Ajar Model Kooperatif *Jigsaw***KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi, Tuhan Yang Maha Esa karena atas asungkerta waranugraha-Nya sehingga modul pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis ini telah selesai disusun. Dalam menyelesaikan buku ini, Penulis banyak mendapat bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

3. Bapak Prof, Dr I Ketut Suma, M.S. dan Ibu Ina Yuliana, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
4. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu sehingga modul ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan penyusunan modul ini ada; pah mendukung terlaksananya proses pembelajaran di SMA N 3 Singaraja serta untuk menambah pengetahuan peserta didik mengenai materi fluida dinamis. Modul ini dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran Dengan keterbatasan dalam modul ini, sayang mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan modul. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan penulis khususnya.

Penulis

GLOSARIUM

- Alat ukur suhu : Perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu, seperti termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
- Asas Black : Jumlah kalor yang dilepaskan oleh benda bersuhu lebih tinggi sama dengan jumlah kalor yang diterima oleh benda bersuhu lebih rendah, selama tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan
- Celcius : Skala suhu berdasarkan titik beku air (0°C) dan titik didih air (100°C) pada tekanan 1 atm.
- Cair : Salah satu wujud zat yang partikelnya lebih bebas bergerak dibanding padat, tetapi masih memiliki volume tetap.
- Derajat panas : Ungkapan informal untuk suhu suatu benda atau sistem.
- Fahrenheit : Skala suhu di mana titik beku air adalah 32°F dan titik didih air adalah 212°F .
- Hukum kekekalan energi : Kalor tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya berpindah atau berubah bentuk.
- Joule : Satuan SI untuk energi, termasuk energi panas. 1 kalori $\approx 4,18$ joule.
- Suhu : Ukuran tingkat panas atau dingin suatu benda yang menunjukkan energi kinetik rata-rata partikel dalam benda tersebut. Alat ukurnya adalah termometer.
- Kalor : Energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Satuan SI-nya adalah joule (J).
- Kalor jenis : Besar kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$.
- Kalor laten : Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat tanpa mengubah suhu
- Kapasitas lebur : Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat padat menjadi cair pada titik leburnya.
- Kalor uap : Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat cair menjadi gas pada titik didihnya.
- Kapasitas Kalor : Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda secara keseluruhan sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/^{\circ}\text{C}$.

- Konduksi : Perpindahan kalor melalui zat padat tanpa disertai perpindahan partikel.
- Konveksi : Perpindahan kalor yang terjadi pada zat cair atau gas disertai perpindahan partikel zat.
- Koefisien muai panjang : perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu
- Kalorimeter : Alat untuk mengukur jumlah kalor yang terjadi pada suatu proses.
- Kapasitas Kalor : Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1°C
- Medium perantara : Zat yang menjadi jalur atau saluran untuk perpindahan kalor, seperti logam untuk konduksi.
- Pemuaian : Perubahan dimensi (panjang, luas, atau volume) suatu benda akibat perubahan suhu.
- Perpindahan kalor : Proses perpindahan energi panas dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
- Perubahan wujud : Proses perubahan antara wujud zat (padat, cair, gas) akibat pengaruh kalor.
- Radisi : perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara
- Termometer : Alat untuk mengukur suhu. Jenis-jenisnya antara lain: termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
- Titik didih : Suhu tetap saat zat cair berubah menjadi gas. Misalnya, air mendidih pada 100°C di tekanan 1 atm.
- Titik beku : Suhu saat zat cair berubah menjadi padat. Titik beku air adalah 0°C.

Modul Ajar Suhu Kalor

I. Identitas Modul

Nama Penyusun : I Putu Merta Adi Putra
 Satuan Pendidikan : SMA Negeri 2 Singaraja
 Kelas/Fase : XI/F
 Mata Pelajaran : Fisika
 Alokasi Waktu : 12 JP (5x Pertemuan)
 Tahun Ajaran : 2024/2025

Capaian Pembelajaran

II. Profil Pelajar Pancasila

- a. Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja; Memahami keterhubungan ekosistem bumi dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud Beriman dan Bertakwa)
- b. Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud Kemandirian)
- c. Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud Bergotong royong)
- d. Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (wujud bernalar kritis)
- e. Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud Kreativitas)
- f. Mengenal alasan dan dampak dari pengambilan kebijakan oleh orang/negara lain (wujud Berkebinekaan Global)

III Capaian Pembelajaran Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Fisika	Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep 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 memahami prinsip-

Elemen	Capaian Pembelajaran
	<p>prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer dan perhitungan digital lainnya. 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.</p>
<p>Keterampilan Proses</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi 2. Mempertanyakan dan memprediksi Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah. 3. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian. Peserta didik membedakan variabel termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrument yang bersesuaian dengan tujuan penelitian. Peserta didik menentukan langkah-langkah kerja dan cara pengumpulan data 4. Memproses, menganalisis dan informasi Peserta didik menyiapkan peralatan/instrument yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai. Peserta didik menerapkan teknis/proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisa data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian. 5. Mencipta Peserta didik mampu menggunakan hasil analisa data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan. 6. Mengevaluasi dan Refleksi Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan

Elemen	Capaian Pembelajaran
	keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Peserta didik mengajukan argument ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggung jawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.
	7. Mengumpulkan dan mengkomunikasikan hasil Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian /penyelidikan secara lisan atau tulisan. Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran	Menganalisis wujud zat, karakteristiknya, dan perilakunya Ketika menerima panas atau kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari.
Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkonversi suhu dari berbagai skala termometer (Celcius, Farenheit, Reamur, dan Kelvin) 2. Mengukur suhu campuran dua buah benda yang sama jenis dengan massa dan suhu yang berbeda. 3. Memahami konsep kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor. 4. Menganalisis jumlah kalor yang diterima/dilepas pada dua buah benda yang berbeda jenis (Asas Black) dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari 5. Menganalisis jumlah kalor yang digunakan dalam perubahan wujud zat dengan digram perubahan wujud 6. Mengukur pemuai panjang, pemuai luas, dan pemuai volume suatu benda.

7. Menentukan laku aliran kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

12. Peserta didik mampu mengkonversi berbagai skala termometer
13. Peserta didik dapat mengukur suhu campuran dua benda yang sejenis dengan massa dan suhu yang berbeda
14. Peserta didik memahami perbedaan kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor
15. Peserta didik dapat memahami konsep Asas Black dan menerapkan dalam kehidupan sehari-hari
16. Peserta didik dapat menghitung suhu campuran antara dua buah benda yang berbeda jenis.
17. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Panjang suatu benda
18. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Luas suatu benda
19. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Volume suatu benda
20. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konduksi
21. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi
22. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara radiasi

III. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa perbedaan antara suhu dan panas? Mengapa benda bisa memiliki suhu sama tetapi terasa berbeda saat disentuh?
2. Mengapa termometer menggunakan zat cair seperti air raksa atau alkohol sebagai pengisi? Apakah ada zat lain yang bisa menggantikannya?
3. Mengapa suhu tubuh diukur menggunakan termometer, bukan dengan tangan?
4. Apa perbedaan kalor, kapasitas kalor, dan kalor jenis?
5. Mengapa air lebih lama panas saat direbus dibandingkan minyak goreng, padahal dipanaskan dengan api yang sama?
6. Jika ingin memasak jenis bahan apa yang bisa dipakai agar proses pemanasan menjadi lebih cepat?
7. Apa yang terjadi Ketika logam yang dipanaskan kemudian dicelupkan ke dalam wadah yang berisi air?
8. Jika dua benda memiliki massa dan bahan yang berbeda, bagaimana kapasitas kalor memengaruhi perubahan suhunya saat diberi kalor yang sama?
9. Saat kamu mencampurkan air panas dan air dingin, mengapa suhu akhirnya menjadi hangat? Apakah ini bisa dijelaskan dengan hukum fisika tertentu?
10. Mengapa es batu tetap berada pada suhu 0°C meskipun sudah diberi panas?

11. Berapa jumlah energi yang diperlukan untuk menguapkan sebalok es batu?
12. Mengapa air yang dipanaskan secara terus menerus akan habis?
13. Mengapa kabel listrik terlihat kencang saat pagi hari dan kendur saat siang hari? Apa hubungan fisika di balik fenomena ini?
14. Rel kereta harus diberi celah saat dipasang. Apa yang akan terjadi jika tidak diberi celah?
15. Pernahkah kamu melihat tutup botol kaca yang sulit dibuka lalu menjadi mudah setelah disiram air panas? Mengapa bisa begitu?
16. Mengapa pada saat kepanasan seseorang cenderung membuat api unggun untuk menghangatkan badan?
17. Mengapa tanganmu terasa panas saat memegang sendok logam yang dicelupkan ke dalam teh panas? Apa jenis perpindahan kalor yang terjadi?
18. Apa yang menyebabkan asap dari api unggun naik ke atas? Apakah ini ada kaitannya dengan jenis perpindahan kalor tertentu?

IV MODEL PEMBELAJARAN

- Pendekatan : Konstruktivisme
 Model : Kooperatif Jigsaw
 Metode : Diskusi, Presentasi, percobaan

V SARANA DAN PRASARANA

Sarana dan Prasarana

4. Laptop
5. LCD
6. Papan tulis

Media Ajar

4. Modul Ajar
5. LKPD
6. PPT

V MATERI AJAR

No	Pertemuan	Materi
1	Pertemuan 1	Materi Suhu dan konversi skala termometer
2	Pertemuan 2	Materi kalor, kalor jenis, kapasitas dan Asas Black
3	Pertemuan 3	Materi Perubahan wujud benda akibat kalor
4	Pertemuan 4	Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi
4	Pertemuan 5	Pemuaian Panjang luas dan volume

VI Kegiatan Pembelajaran

V MATERI AJAR

No	Pertemuan	Materi
1	Pertemuan 1	Materi suhu, termometer, dan skala suhu
2	Pertemuan 2	Materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor
3	Pertemuan 3	Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor
4	Pertemuan 4	Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi
4	Pertemuan 5	Pemuaian zat padat (Panjang, luas dan volume)

VI Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan I

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		3 menit
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi suhu dan kalor • Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh : (Terlampit Dalam Modul Bagian III mengenai pertanyaan pemantik)</p>	<p>disampaikan oleh guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 	5 menit
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 4-6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	20 menit
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi skala termometer • Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi suhu, termometer, dan konversi skala termometer • Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
	Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli suhu, ahli termometer, dan ahli konversi skala termometer	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli termometer, dan ahli konversi skala termometer	20 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi suhu, termometer dan koversi skala suhu.(tutor sebaya)	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanagn diskusi (tutor sebaya)		
Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjelaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi suhu, termometer dan konversi suhu secara menyeluruh (tutor sebaya) Siswa mendiskusikan materi suhu, termometer dan konversi suhu secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan. 	20 menit
	Guru memberikan LKPD 1 (praktikum mengenai hubungan kalor/panas terhadap kenaikan suhu)	Siswa Bersama kelompok melaksanakan praktikum (mengerjakan LKPD I)	25 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing-masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi suhu, kalor dan konversi skala termometer dan hasil percobaan yang telah dilakukan	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok sekaligus hasil praktikum yang telah dilaksanakan.	20 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman siswa terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi suhu untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan soal mengenai materi suhu, termometer dan konversi suhu secara individu	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi suhu, termometer, dan konversi suhu Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	Siswa dan guru menyimpulkan materi suhu, termometer, dan konversi suhu.	
	Mengakhiri pembelajaran		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas 	2 menit	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
		<ul style="list-style-type: none"> Siswa mengucapkan salam kepada guru 	

2. Pertemuan II

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		2 menit
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		2 menit
<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi kalor Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa.</p> <p>Contoh :</p> <p>(Terlampit Dalam Modul Bagian III mengenai pertanyaan pemantik)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menguraikan dan menjelaskan inti inti materi yang akan dibahas • Guru menguraikan penjelasan singkat terkait LKPD yang akan dibuat oleh siswa 		
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari maksimal 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi kalor • Guru mengarahkan siswa untuk membagi diri untuk tetap di kelompok asal atau pergi ke kelompok ahli 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi kalor Siswa membagi diri untuk tetap diam di kelompok asal (sebagai narasumber) maupun pergi ke kelompok ahli dalam mencari informasi baru 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	(<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	15 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor (tutor sebaya).	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya).	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjeaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor dan Asas Black secara menyeluruh (tutor sebaya) 	30 menit
	Guru memberikan LKPD II (praktikum hubungan kalor dan kalor jenis terhadap kenaikan suhu zat)	Siswa mengerjakan LKPD II dengan melaksanakan praktikum LKPD II (praktikum hubungan kalor dan kalor jenis terhadap kenaikan suhu zat)	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor dan	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi dan hasil eksperimen yang sudah didiskusikan dengan kelompok.	15 menit
Evaluasi			
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman terkait dengan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor untuk	Siswa mengerjakan soal uji pemahaman mengenai materi kalor, kalor jenis,	10 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Penutup	mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	kapasitas kalor secara individu	
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor Guru memberikan penghargaan/<i>reward</i> pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	Siswa dan guru menyimpulkan materi kalor, kalor jenis, kapasitas kalor	
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru yang dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	1 menit

3. Pertemuan III

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	3 menit
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh (Terlampit Dalam Modul Bagian III mengenai pertanyaan pemantik)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. Siswa Menjawab pertanyaan sesuai dengan pengetahuan awal yang sudah dimiliki 	5 menit
Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)			
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	kelompok terdiri dari 6 siswa		20 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
	Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga terdapat ahli masing masing sub materi	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli masing masing materi sesuai dengan sub materi yang didapatkan oleh siswa	20 menit
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
Guru mengarahkan masing masing anggota	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	20 menit
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjelaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor menyeluruh (tutor sebaya) Siswa mendiskusikan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor grafik perubahan wujud secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan LKPD III kepada siswa (praktikum Asas Black)	Siswa mengerjakan LKPD III dengan melaksanakan praktikum Asas Black sesuai dengan LKPD III	25 menit
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor dan hasil praktikum yang sudah dilaksanakan (1 kelompok 2 orang perwakilan)	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok dan hasil praktikum yang sudah dilaksanakan	20 menit
	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman siswa terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	Siswa mengerjakan LKPD mengenai materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan	Siswa dan guru menyimpulkan materi materi Asas Black dan Perubahan Wujud (grafik perubahan wujud) akibat Kalor	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Penutup	berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya.		
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	2 menit

2. Pertemuan IV

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	2 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh : (Terlampit Dalam Modul Bagian III mengenai pertanyaan pemantik)</p>	<p>disampaikan oleh guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. Siswa menjawab pertanyaan pertanyaan yang diberikan oleh guru sesuai dengan pengetahuan awal masing masing siswa 	2 menit
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	<p>Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 6 siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<p>Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Siswa membagi materi menjadi sub 	15 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
		materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli materi materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) 	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) 	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam.	
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<p>sebagai ahli menjelaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi Pemuaiian zat padat (Panjang, luas volume) • secara menyeluruh (tutor sebaya) • Siswa mendiskusikan materi pemuaiian zat padat cair dan gas.secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan. 	30 menit
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait 	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yan sudah didiskusikan dengan kelompok	15 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume)		
Penutup	Evaluasi		
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian LKPD terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan LKPD mengenai materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) secara individu	10 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi Pemuaian zat padat (Panjang, luas volume) Guru memberikan penghargaan/reward pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	Siswa dan guru menyimpulkan materi pemuaian zat padat cair dan gas.	
	Mengakhiri pembelajaran		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	1 menit	

5. Pertemuan V

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka Pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	3 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan capaian pembelajaran yang diharapkan dan aspek karakter dari profil pelajar Pancasila yang sedang dilatihkan, cakupan materi, model dan metode pembelajaran yang digunakan. Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi suhu dan kalor Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. <p>Contoh :</p>	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan serta memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru Siswa menjawab pertanyaan pemantik yang disampaikan oleh guru. 	5 menit	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	(Terlampit Dalam Modul Bagian III mengenai pertanyaan pemantik)		
Kegiatan inti	Membagi siswa ke dalam kelompok asal (<i>home group</i>)		
	Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang heterogen setiap kelompok terdiri dari 6 siswa	Siswa membagi diri ke dalam ke dalam kelompok masing masing	20 menit
	Guru mengarahkan kelompok asal (<i>home group</i>) untuk berdiskusi terkait dengan materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	Siswa melaksanakan diskusi dengan kelompok asal terkait materi materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	
	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa untuk membagi materi menjadi sub materi untuk dikuasai 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa membagi materi menjadi sub materi untuk di diskusikan oleh masing masing kelompok 	
	Membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>)		
Guru mengarahkan siswa dari masing masing kelompok dengan materi yang sama untuk membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada pertemuan pertama terdapat ahli materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	Siswa dengan materi yang sama membentuk kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) sehingga pada siswa terbentuk ahli suhu, ahli materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru mengarahkan masing masing kelompok ahli (<i>Expert Group</i>) melaksanakan diskusi terkait materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.	Siswa yang bertindak sebagai kelompok ahli saling berdiskusi dengan ahli kelompok lain sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam	20 menit
	Anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk melaksanakan diskusi (tutor sebaya)		
	Guru mengarahkan masing masing anggota kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	Siswa yang menjadi kelompok ahli kembali ke kelompok asal untuk menjelaskan ke semua anggota kelompok terkait materi yang sudah dipelajari di kelompok ahli	
	Guru mengarahkan anggota kelompok untuk menjelaskan materi yang sudah di dapat dari kelompok asal secara menyeluruh (tutor sebaya)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa yang bertindak sebagai ahli menjeaskan ke anggota kelompok asal materi yang sudah dipelajari secara menyeluruh dan terperinci Siswa (ahli) secara bergiliran menyampaikan materi konduksi, konveksi, dan radiasi menyeluruh (tutor sebaya) Siswa mendiskusikan materi perpindahan kalor secara 	20 menit 25 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
		konduksi, konveksi, dan radiasi secara menyeluruh dan terperinci untuk mendapatkan sebuah Kesimpulan.	
	Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan LKPD IV (Perpindahan kalor).	Siswa mengerjakan LKPD IV (melaksanakan praktikum)	
	Mempresentasikan hasil diskusi		
	Guru mengarahkan secara acak perwakilan masing-masing kelompok asal untuk melaksanakan presentasi terkait materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	Perwakilan siswa maju ke depan untuk mempresentasikan materi yang sudah didiskusikan dengan kelompok	20 menit
Evaluasi			
	Guru memberikan evaluasi berupa pemberian soal uji pemahaman terkait dengan materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi untuk mengetahui pemahaman siswa secara keseluruhan	Siswa mengerjakan soal uji pemahaman mengenai materi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi secara individu	15 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Guru dan siswa menyimpulkan materi perpindahan kalor (konduksi, konveksi dan radiasi) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dan guru menyimpulkan materi perpindahan 	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan penghargaan/<i>reward</i> pada kelompok melalui skor penghargaan berdasarkan perolehan nilai peningkatan hasil belajar individu dari nilai kuis berikutnya. 	kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi <ul style="list-style-type: none"> Siswa mendapatkan <i>rewards</i> berdasarkan hasil presentasi/menjawab pertanyaan 	
	Mengakhiri pembelajaran		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru menutup pembelajaran dengan melaksanakan doa yang dipimpin oleh ketua kelas Guru mengucapkan salam penutup 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan doa bersama dengan guru dengan dipimpin oleh ketua kelas Siswa mengucapkan salam kepada guru 	2 menit

VII. Assesmen

Asesmen

Penilaian hasil belajar dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan atau kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi atau penilaian portofolio

VIII Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah kegiatan membuka pembelajaran bisa mempersiapkan dan mengarahkan siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik?	

2. Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh peserta didik?
3. Apakah peserta didik memberikan respon positif terhadap pertanyaan pertanyaan yang diberikan?
4. Apakah pelaksanaan pembelajaran hari ini dapat memberikan semangat kepada peserta didik untuk lebih antusias dalam pembelajaran selanjutnya?

IX Refleksi Siswa

G. Refleksi Siswa

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian sudah mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah kalian sudah memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat kalian lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		

X Remedial dan Pengayaan

A. Kegiatan remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target pendidik melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

B. Kegiatan Pengayaan

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

XI Daftar Pustaka

Nurachmandani, S. (2009). Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Grahadi, Departemen Pendidikan Nasional

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI.

Widodo, Tri. (2009). Fisika untuk SMA dan MA kelas XI. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.



Lampiran 1 : Materi Ajar

SUHU DAN KALOR

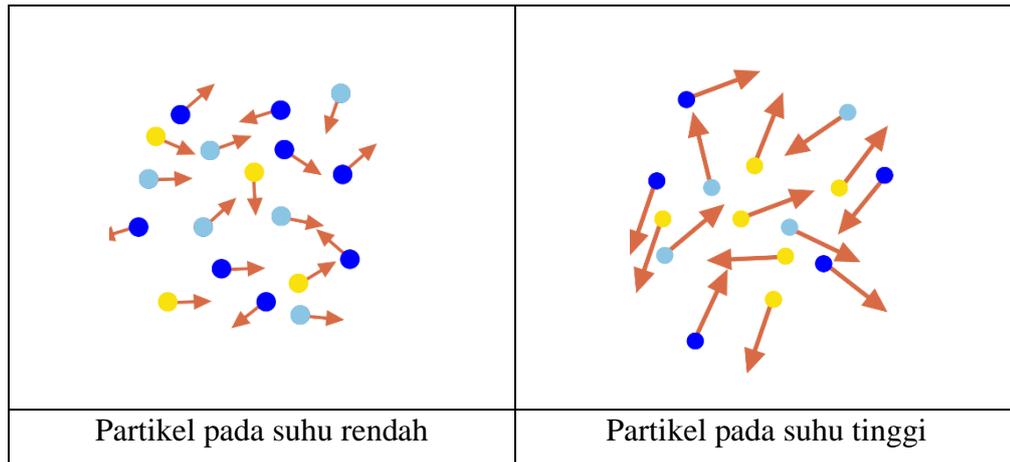
A. PENGERTIAN SUHU

Di SMP kalian pasti sudah mempelajari tentang jenis-jenis zat, padat, cair, dan gas kan ? Setiap zat memiliki susunan partikel yang berbeda-beda. Setiap partikel penyusun zat mengalami getaran. Getaran partikel-partikel zat menghasilkan energi kinetik yang sebanding dengan panas zat. Bila suatu zat bertambah panas, maka energi kinetik rata rata partikel zat tersebut juga bertambah besar.



Gambar 1 : Cuaca Terik Pada Siang Hari

Sangatlah mudah untuk menambah energi kinetik rata-rata partikel dalam zat. Misalnya, pukullah sekeping uang logam dengan palu, kemudian segera sentuh. Uang logam akan terasa hangat. Hal ini disebabkan pukulan palu yang menyebabkan partikel-partikel dalam uang bergerak lebih cepat dan bertabrakan. Jadi, suatu zat baik padat, cair maupun gas akan menjadi lebih hangat karena partikel-partikelnya bergerak lebih cepat, sehingga menghasilkan energi kinetik rata-rata partikel lebih besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suhu adalah ukuran kelajuan gerak partikel-partikel dalam suatu zat atau ukuran energi kinetik rata-rata partikel dalam suatu zat. Suhu adalah besaran fisis. Ketika suatu sistem berada dalam keseimbangan termal dengan sistem lainnya, suhu menunjukkan energi kinetik yang dimiliki bersama oleh kedua sistem tersebut. Jika suatu materi dipanaskan, maka energi kinetik atom atau molekulnya akan meningkat, yang mengindikasikan bahwa partikel-partikel tersebut bergerak lebih cepat.



Gambar 2 : Gerak partikel Pada Suhu Berbeda

Suhu adalah besaran fisika yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Secara mikroskopis, suhu berhubungan dengan energi kinetik rata-rata partikel-partikel penyusun suatu zat—semakin tinggi suhu suatu benda, semakin cepat gerakan partikel-partikelnya. Fenomena suhu dapat kita amati dalam kehidupan sehari-hari, seperti ketika air mendidih saat dipanaskan, tubuh terasa panas ketika demam, atau tangan terasa dingin saat menyentuh es. Perbedaan suhu antara dua benda dapat menyebabkan terjadinya aliran kalor dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Misalnya, saat kita menuangkan air panas ke dalam gelas kaca, panas dari air akan mengalir ke gelas hingga keduanya mencapai suhu yang seimbang. Fenomena ini menunjukkan bahwa suhu berperan penting dalam berbagai proses fisika dan kehidupan sehari-hari. Suhu memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan, industri, meteorologi, dan penelitian ilmiah. Dalam bidang kesehatan, suhu tubuh digunakan sebagai indikator kondisi kesehatan seseorang, sedangkan dalam industri, suhu dikontrol untuk memastikan proses produksi berjalan dengan optimal. Di bidang meteorologi, suhu udara menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan kondisi cuaca dan iklim suatu wilayah.

B. TERMOMETER

Ketika kalian menyentuh dua zat cair dengan tangan. Misalnya, air hangat dan es. Ketika tangan kalian dimasukkan ke dalam air hangat, kalian akan merasakan hangat. Sebaliknya, ketika tangan kalian menyentuh es, kalian akan

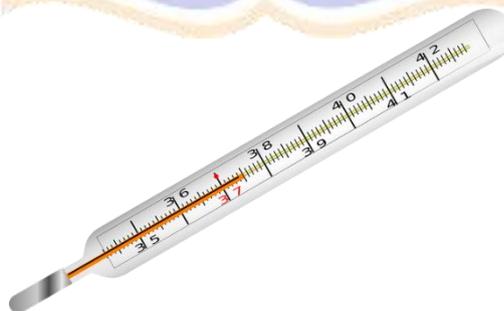
merasa dingin. Akan tetapi, dapatkah kalian menentukan suhu zat dengan sentuhan atau perasaan? Perasaan tidak dapat digunakan sebagai alat ukur suhu yang baik karena tidak dapat menyatakan tingkat derajat suhu suatu benda. Untuk mengukur suhu suatu benda dengan tepat, kita menggunakan alat ukur yang disebut termometer. Termometer adalah alat untuk mengukur suhu. Termometer dibuat berdasarkan sifat termometrik suatu zat. Sifat termometrik adalah sifat-sifat benda yang dapat berubah akibat terjadinya perubahan suhu pada benda tersebut. Beberapa sifat termometrik suatu zat, antara lain dalam pemuai zat cair dalam pipa kapiler, perubahan hambatan listrik kawat platina, Gambar 2. Termometer Galileo pemuai keping bimetal, dan perubahan tekanan gas pada volume tetap. Ide pertama penggunaan termometer adalah Galileo, yang menggunakan pemuai gas seperti gambar 3



Gambar 3

Termometer Galileo

Termometer yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah Termometer yang terbuat dari tabung kaca berisi zat cair seperti pada gambar 4



Gambar 4

Termometer Zat Cair

Salah satu sifat termometrik dari zat cair adalah adanya perubahan volume, yaitu memuai apabila dipanaskan dan menyusut apabila didinginkan. Zat cair yang paling banyak digunakan sebagai pengisi termometer adalah alkohol dan raksa. Alkohol dan raksa dipilih karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan zat lainnya.

3. Kelebihan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain :

- d. Pemuaiannya teratur
- e. Memiliki koefisien muai yang besar
- f. Memiliki titik beku yang rendah, yaitu -115°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang rendah.

4. Kelemahan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain:

- c. Membasahi dinding kaca
- d. Memiliki titik didih rendah, yaitu 80°C sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu tinggi, dan kalor jenisnya tinggi sehingga membutuhkan energi yang besar untuk menaikkan suhu.

Adapun kelebihan dan kekurangan raksa dipilih sebagai zat termometrik adalah sebagai berikut;

3. Kelebihan raksa sebagai zat termometrik, antara lain

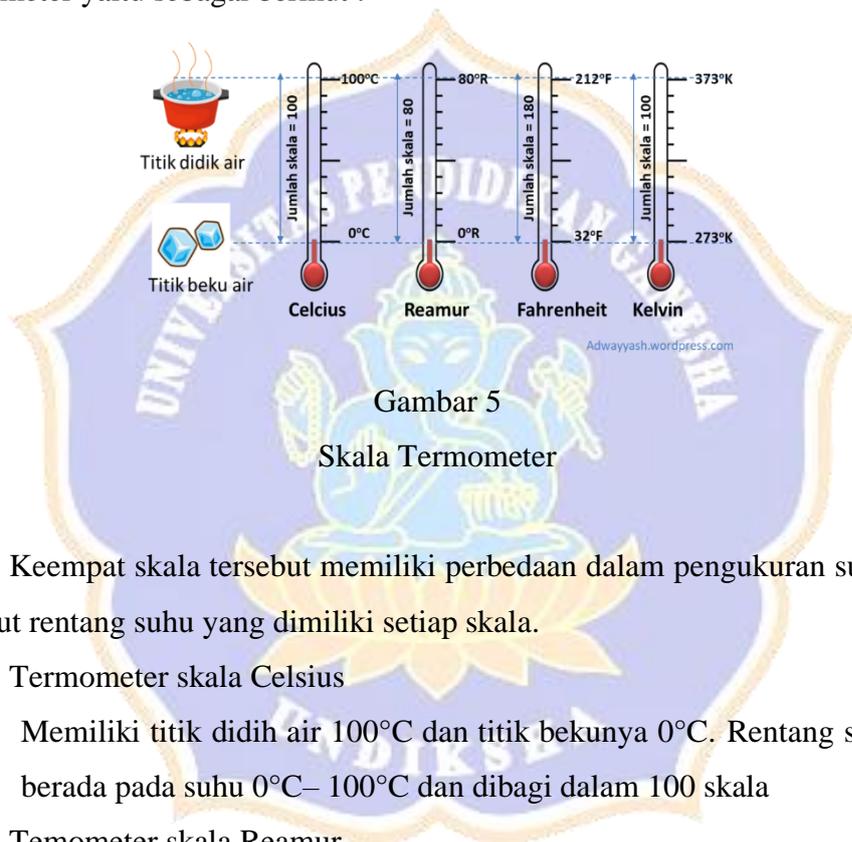
- f. Warnanya mengkilap sehingga mudah dilihat
- g. Tidak membasahi dinding kaca
- h. Pemuaiannya teratur
- i. Mudah menyesuaikan dengan suhu sekitarnya, dan
- j. Titik didihnya tinggi, yaitu 357°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang tinggi

4. Kelemahan raksa sebagai zat termometrik, antara lain:

- d. Raksa memiliki harga yang relative mahal
- e. Raksa tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu yang sangat rendah karena titik bekunya tinggi
- f. Raksa termasuk zat beracun sehingga termometer raksa berbahaya jika tabungnya pecah

C. SKALA TERMOMETER

Bagaimana skala pada termometer dibuat? Skala pada termometer berdasarkan dua titik acuan, yaitu titik tetap atas dan titik tetap bawah. Pada umumnya titik tetap bawah ditentukan berdasarkan titik lebur es murni (suhu es yang sedang mencair) pada tekanan 1 atmosfer. Sementara itu, titik tetap atas ditentukan berdasarkan titik didih air murni (suhu air murni yang sedang mendidih) pada tekanan 1 atmosfer. Rentang antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi beberapa bagian (skala). Ada 4 macam skala termometer yaitu sebagai berikut :



Gambar 5
Skala Termometer

Keempat skala tersebut memiliki perbedaan dalam pengukuran suhunya. Berikut rentang suhu yang dimiliki setiap skala.

e. Termometer skala Celsius

Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C. Rentang suhunya berada pada suhu 0°C– 100°C dan dibagi dalam 100 skala

f. Termometer skala Reamur

Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R. Rentang suhunya berada pada suhu 0°R– 80°R dan dibagi dalam 80 skala

g. Termometer skala Fahrenheit

Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F. Rentang suhunya berada pada suhu 32°F– 212°F dan dibagi dalam 180 skala

h. Termometer skala Kelvin

Memiliki titik didih air 373,15 K dan titik bekunya 273,15 K. Rentang suhu ya berada pada suhu 273,15 K– 373,15 K dan dibagi dalam 100 skala.

Secara singkat dapat dijelaskan dalam tabel dibawah ini!

Tabel 1
Skala Suhu

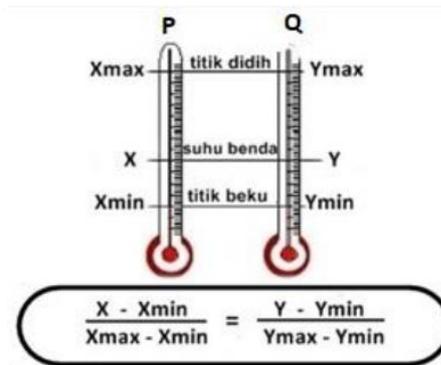
No.	Termometer	Titik tetap bawah	Titik tetap atas	Jumlah skala
1	Celcius	0°C	100°C	100
2	Reamur	0°R	80°C	80
3	Fahrenheit	32°F	212°F	180
4	Kelvin	273 K	373 K	100

Konversi antara skala termometer dapat dijelaskan dalam gambar berikut ini

Tabel 2
Konversi Skala Suhu

	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:



Contoh soal

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F . Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin! Jawab Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\begin{aligned}K &= \frac{5}{9}(F - 32) + 273 \\ &= \frac{5}{9}(95 - 32) + 273 \\ &= 35 + 273 \\ &= 308 \text{ K}\end{aligned}$$

D. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN SUHU ZAT

"Peristiwa ini sering kita alami saat menyajikan minuman dingin. Tanpa kita sadari, kita sedang menyaksikan penerapan konsep fisika, yaitu perpindahan kalor dan perubahan wujud zat. Fenomena ini sangat cocok dijadikan contoh sederhana dalam memahami hukum kekekalan energi kalor."



Gambar 6

Fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari

Kalian dapat memberikan kalor pada suatu zat, yaitu dengan cara jika sebuah benda dipanaskan, suhu benda akan naik. Sebaliknya, kalian dapat mengurangi kalor suatu benda dengan cara mendinginkannya. Dengan demikian, salah satu akibat pemberian atau pengambilan kalor adalah perubahan suhu

4. Pengertian Kalor

Sendok yang digunakan untuk menyeduh kopi panas, akan terasa hangat. Leher Anda jika disentuh akan terasa hangat. Apa sebenarnya yang berpindah dari kopi panas ke sendok dan dari leher ke syaraf kulit? sesuatu yang berpindah tersebut merupakan energi/kalor

Pada dasarnya kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel-partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel tetangga yang bersuhu rendah. Oleh karena kalor merupakan salah satu bentuk energi maka Satuan SI untuk kalor adalah Joule (J). sebelum diketahui bahwa kalor merupakan salah satu bentuk energi, orang sudah membuat satuan dari kalor yaitu kalori. Secara umum, 1 kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram zat sebesar 1°C.

5. Kalor Jenis

Jika suatu zat menerima kalor, suhu zat tersebut akan naik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa besarnya kenaikan suhu dari zat berbanding lurus dengan banyaknya kalor yang diterima oleh zat tersebut, dan berbanding terbalik dengan massa zat. Besarnya kalor untuk menaikkan suhu satu satuan massa zat bergantung pada jenis zat. Oleh karena itu, kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1oC. Berdasarkan defenisi tersebut maka hubungan antara banyaknya kalor yang diserapkan oleh suatu benda dan kalor jenis benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut

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

Dengan :

$Q = \text{jumlah kalor (J)}$

$m = \text{massa (kg)}$

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

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

Alat yang digunakan untuk mengukur kalor jenis suatu zat adalah kalorimeter. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa perubahan suhu yang diakibatkan oleh jumlah kalor yang sama pada zat yang berbeda adalah tidak sama. Dengan demikian, setiap zat memiliki kalor jenis tertentu. Sebagai contoh, 1 kg air dan 1 kg minyak goreng masing-masing diberikan kalor yang sama banyaknya, ternyata kenaikan suhu minyak goreng jauh lebih tinggi daripada kenaikan suhu air. Hal tersebut disebabkan air memiliki kalor jenis yang jauh lebih besar dibanding minyak goreng. Jadi, untuk membedakan zat-zat dalam hubungannya dengan penyerapan kalor, digunakan konsep kalor jenis. Suatu zat yang memiliki kalor jenis besar, akan sulit mengalami kenaikan suhu ketika dipanaskan.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

Air sebanyak 3 kg bersuhu 10°C dipanaskan hingga bersuhu 35°C . Jika kalor jenis $4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Maka tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Berdasarkan soal Diketahui :

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 35 - 10 = 25^\circ\text{C}$$

$$c = 4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Ditanya : Q

Penyelesaian

$$Q = m c \Delta T$$

$$Q = 3.4186.25$$

$$Q = 313.950$$

6. Kapasitas Kalor

Sebelumnya telah dijelaskan pengertian kalor jenis. Kalor jenis merupakan ciri suatu zat, seperti halnya massa jenis. Pada persamaan sebelumnya terdapat faktor massa jenis dan kalor jenis. Untuk bejana (kalorimeter), mc dipandang satu kesatuan yang diberi nama khusus yaitu kapasitas kalor. Kapasitas kalor dapat diartikan sebagai kemampuan menerima atau melepaskan kalor dari suatu benda untuk perubahan suhu sebesar 1°C.

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C. Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C.

Hubungan antara banyaknya kalor yang diserap oleh suatu benda dan kapasitas kalor yang diserap oleh suatu benda dan kapasitas benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut.

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

Keterangan

Q = jumlah kalor (J)

m = massa (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

Contoh Soal

Sebuah benda bermassa 5 liter memerlukan kalor sebesar 1 kalori untuk menaikkan suhu sebesar 20°C. Berapa besar kapasitas kalor benda tersebut?

Jawab

Diketahui

$$m = 5 \text{ l} = 5 \text{ kg}$$

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

$$Q = 1 \text{ kal}$$

Ditanya : C?

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{1 \text{ kal}}{20^\circ\text{C}} = \frac{4200}{20^\circ\text{C}} = 210 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

E. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN WUJUD ZAT

Kalor yang diserap oleh suatu zat tidak selalu menyebabkan suhunya naik. Kadang kala kalor yang diserap suatu zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Ada zat yang dapat mengalami perubahan wujud. Misalnya es dipanaskan akan mencair, dan air yang didinginkan akan membeku.

Zat dapat berada dalam tiga wujud yaitu wujud padat, cair, dan gas. Akibat pengaruh suhu yang dimiliki oleh zat, zat dapat berada dalam ketiga wujud tersebut. Pada saat terjadi perubahan wujud. Misalnya dari padat menjadi cair atau sebaliknya. Dan dari cair menjadi gas atau sebaliknya, selalu perubahan wujud tidak disertai dengan perubahan suhu. Jadi, saat terjadi perubahan wujud, suhu tersebut tetap.

1. Proses Melebur dan Membeku

Perubahan wujud zat dari padat menjadi cair disebut mencair atau melebur. Sebaliknya perubahan wujud zat dari cair menjadi padat disebut membeku.

Pada gambar 7 Dari grafik dapat diamati, es pada suhu -5°C menyerap kalor sehingga suhu es naik menjadi 0°C (tetap berwujud es). Kemudian, es pada suhu 0°C dipanaskan atau diberikan kalor, dan ternyata suhu es tidak mengalami perubahan tetapi es berubah wujud menjadi air. Kemudian, air pada suhu 0°C dipanaskan sehingga mengalami kenaikan suhu.

Kalor yang dibutuhkan untuk melebur disebut kalor lebur (laten), sedangkan kalor yang dilepaskan ketika zat membeku disebut kalor beku. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor lebur = kalor beku. Jadi, kalor lebur suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan oleh satu satuan zat untuk melebur seluruhnya pada titik leburnya

Jika suatu zat massanya m kg, untuk melebur seluruhnya dibutuhkan kalor sebesar Q joule. Berdasarkan definisi ini, kalor lebur (L) zat tersebut ditulis menjadi;

$$L=Q/m \text{ atau } Q = m L$$

Dari persamaan tersebut, dapat ditentukan satuan dari kalor lebur adalah joule per kilogram atau J/kg . Setiap jenis zat memiliki kalor lebur atau kalor beku yang berbeda-beda tergantung pada jenis zatnya. Misalnya, kalor lebur es berbeda dengan kalor lebur alkohol atau kalor lebur raksa

Contoh Soal

Diketahui kalor lebur es $336.000 J/ kg$. Tentukanlah besarnya kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan 100 gr es pada titik leburnya.

Jawab:

Diketahui :

$$L = 336.000 J/kg$$

$$m = 0,1 kg$$

Ditanya

$Q?$

$$Q = m.L = (0,1) (336.000 J/kg) = 33.600 J$$

2. Proses Menguap dan Mengembun

Menguap merupakan proses perubahan wujud dari cair menjadi uap. Peristiwa menguap sangat penting bagi kehidupan di bumi. Air di permukaan laut dan dipermukaan bumi menguap karena pengaruh pemanasan oleh sinar matahari. Setelah uap karena mencapai keadaan jenuh di udara, akan terjadi proses pengembunan, dan akan turun kembali ke bumi menjadi hujan. Jadi, tanpa adanya proses penguapan tidak akan ada hujan, sungai, dan danau pun akan kering. Tumbuhan dan makhluk hidup lainnya tidak dapat melangsungkan kehidupan.

Ketika kalian memanaskan air pada tekanan 1 atmosfer, air akan mendidih pada suhu $100^{\circ}C$. Jika air tersebut terus dipanaskan, kalor yang diserapkan oleh air bukan untuk menaikkan suhunya, melainkan untuk mengubah wujud air

menjadi uap pada suhu tetap 100°C . pada waktu mendidih, akan terjadi penguapan dari seluruh bagian zat cair. Hal tersebut dapat dilihat dari gelembung-gelembung yang timbul pada seluruh bagian zat cair. Jadi, mendidih adalah proses penguapan yang terjadi di seluruh bagian zat cair. Selama mendidih, suhu zat cair tetap. Suhu ini disebut titik didih zat. Pada umumnya, titik didih zat cair diukur pada tekanan 1 atmosfer. Titik didih tersebut disebut titik didih normal. Setiap zat memiliki titik didih normal yang berbeda dengan zat lainnya.

Setiap zat membutuhkan kalor yang berbeda untuk menguap. Untuk menguap 1 kg air dibutuhkan kalor yang berbeda dengan untuk menguap 1 kg alkohol. Besar kalor yang digunakan untuk menguap zat disebut kalor laten penguapan atau kalor uap (U). Kalor uap suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan oleh suatu satuan massa zat untuk menguap pada titik uapnya. Kebalikan dari proses penguapan adalah pengembunan. Pada proses pengembunan terjadi pembebasan kalor. Artinya, pada proses pengembunan, zat tersebut membebaskan atau melepaskan kalor. Besarnya kalor yang dibebaskan oleh suatu zat ketika terjadi pengembunan disebut kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat berbeda akan memiliki kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat yang berbeda akan memiliki kalor embun yang berbeda pula. Kalor embun suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dilepaskan oleh satu satuan massa zat untuk mengembun pada titik embunnya.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor yang dibutuhkan ketika suatu zat menguap sama dengan kalor yang dilepaskan ketika zat tersebut mengembun. Oleh karena itu, kalor uap suatu zat sama dengan kalor embunya. Jika suatu zat massanya m kg, untuk menguap pada titik didihnya, diperlukan kalor sebesar Q joule. Berdasarkan definisi kalor uap (U), saat zat tersebut menguap, akan berlaku persamaan.

$$U = Q/m \text{ atau } Q = m \cdot U$$

Contoh soal Tentukan banyak kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan 0,5 kg air bpada suhu 100°C sehingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C . (kalor uap air = $2.260.000 \text{ J/kg}$)

Jawab

Diketahui : $U = 2.260.000$

$$M = 0,5$$

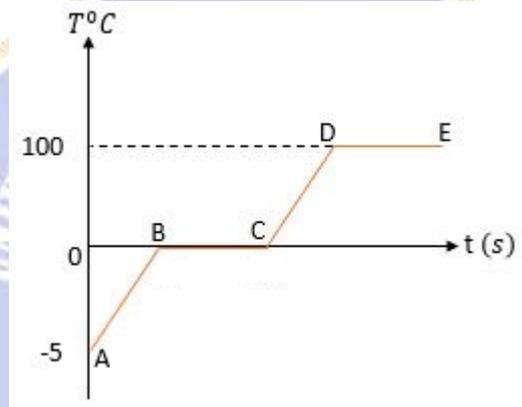
Ditanya : Q

$$Q = m \cdot U = (0,5\text{kg}) (2.260.000 \text{ J/kg})$$

$$Q = 1.130.000 \text{ J}$$

F. HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU DAN PERUBAHAN WUJUD

Grafik hubungan antara penyerapan kalor (Q) dan perubahan suhu yang dialami oleh air, mulai dari wujud es pada suhu $-T_1$ hingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C , sehingga dapat digambarkan grafik sebagai berikut.



Gambar 7

Grafik Perubahan Suhu dan Perubahan Wujud

Perhatikan Gambar 6 yang menunjukkan proses perubahan suhu dan wujud zat pada sebuah es. Dari gambar tersebut terdapat proses perubahan suhu dan wujud zat yang terjadi, yakni sebagai berikut.

- e. Proses A– B merupakan proses kenaikan suhu dari seongkah es. Pada proses kenaikan suhu ini, grafik yang terjadi adalah linear. Pada grafik AB, kalor digunakan untuk menaikkan suhu.

$$Q = m c \Delta T$$

- f. Proses B– C merupakan proses perubahan wujud zat dari es menjadi air. Pada grafik BC, kalor tidak digunakan untuk menaikkan atau

menurunkan suhu benda, tetapi hanya digunakan untuk mengubah wujud zat benda tersebut, yakni dari wujud es menjadi air.

$$Q = m \cdot L$$

- g. Pada grafik C– D, terjadi proses kenaikan suhu yang sama dengan proses pada (a). Akan tetapi, pada proses ini yang dinaikkan suhunya adalah air dari 0°C sampai 100°C.

$$Q = m c \Delta T$$

- h. Sama halnya pada proses B– C, proses D– E tidak mengalami perubahan suhu, tetapi yang terjadi hanya perubahan wujud zat dari air menjadi uap

$$Q = m \cdot L$$

SOAL DAN PEMBAHASAN !

Contoh soal

Tentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 0,2 kg es dari -10°C hingga seluruhnya menjadi air bersuhu 50°C. Diketahui kalor lebur es 336.000 J/kg, kalor jenis es 2.100 J/kg°C, dan kalor jenis air 4.200 J/kg°C.

Jawab:

Dik : $m_e = 0,2 \text{ kg}$	$L_{es} = 336.000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
$T_0 = -10^\circ\text{C}$	$c_{es} = 2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
$T_1 = 50^\circ\text{C}$	$c_{air} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Dit : $Q_{total} \approx \dots?$

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4,2 \text{ kJ} + 67,2 \text{ kJ} + 42 \text{ kJ} = 113,4 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} = (0,2 \text{ kg})(2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(10^\circ\text{C}) = 4200 \text{ J} = 4,2 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = m_{es} L_{es} = (0,2 \text{ kg})(336.000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}) = 67.200 \text{ J} = 67,2 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = (0,2 \text{ kg})(4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(50^\circ\text{C}) = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

G. ASAS BLACK

Pada materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa kalor berpindah dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama antara kedua zat tersebut. Suhu akhir yang terbentuk disebut suhu termal (seimbang)

Ketika mencampurkan air panas dengan air dingin, kalor yang dilepaskan air panas akan sama besar dengan kalor yang diserap oleh air yang dingin. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah sehingga prinsip ini termasuk prinsip

hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi pada pertukaran kalor dirumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728-1899). Oleh karena itu, pernyataan tersebut dikenal sebagai asas Black. Joseph Black merumuskan perpindahan kalor antara dua zat yang membentuk suhu termal sebagai berikut;

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_l \cdot c_l \cdot \Delta T_l = m_t \cdot c_t \cdot \Delta T_t$$

$$m_l \cdot c_l \cdot (T_l - T_{termal}) = m_t \cdot c_t \cdot (T_{termal} - T_2)$$

Keterangan :

m_l = massa benda yang melepas kalor

c_l = kalor jenis benda yang melepas kalor

ΔT_l = Besar perubahan suhu yang melepas kalor

m_t = massa benda yang menerima kalor

c_t = kalor jenis benda yang menerima kalor

ΔT_t = Besar perubahan suhu yang menerima kalor

T_{termal} = Suhu Campuran

Q_{lepas} = besar kalor yang diberikan

Q_{terima} = besar kalor yang diterima

Contoh Soal dan Pembahasan

Suatu hari Oming memasukan sebungkah es ke dalam sebuah wadah yang berisi air. Massa es dan air berturut turut adalah M gram dan 400 gram dengan suhu air dan es 0 °C dan 25 °C. Jika diasumsikan bejana tidak menyerap kalor. Jika kalor lebus es adalah 80 kal/g, kalor jenis air adalah 1 kal /g°C, semua es mencair dan suhu kesetimbangan termal sebesar 5°C maka massa es tersebut adalah

Penyelesaian

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = M \cdot L$$

$$400 \cdot 1 \cdot (25 - 5) = M \cdot 80$$

$$8000 = M \cdot 80$$

$$\frac{8000}{80} = M$$

100 gram = m es

H. PEMUAIAN PADA ZAT PADAT

"Jika rel kereta dipasang tanpa memperhitungkan pemuaian, pada siang hari yang panas rel bisa melengkung akibat suhu tinggi. Oleh karena itu, fisika berperan penting dalam rekayasa struktur yang aman dan tahan perubahan cuaca."



Gambar 8
Celah Pada Rel Kereta Api

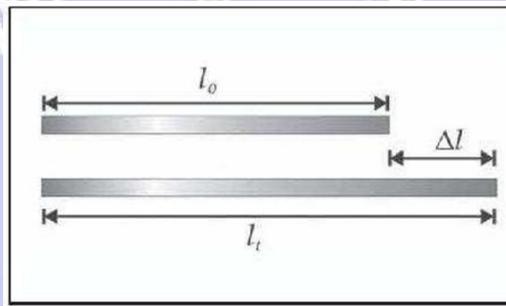
Sebelumnya telah dijelaskan bahwa setiap zat disusun oleh partikel-partikel kecil yang bergetar. Jika sebuah benda dipanaskan, partikel-partikel di dalamnya bergetar lebih kuat hingga saling menjauh, sehingga zat tersebut memuai. Jadi, pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu zat karena kenaikan suhu yang terjadi pada zat tersebut. Namun, jika benda didinginkan gerakan partikel-partikel akan melambat yang mengakibatkan partikel-partikel saling mendekat. Hal ini menyebabkan benda menyusut. Semakin panas suatu benda, maka semakin cepat gerakan antar partikel zat dan semakin besar pula pemuaian yang terjadi pada zat tersebut.

Setiap jenis zat mempunyai kemampuan memuai yang berbeda-beda. Gas misalnya memiliki kemampuan memuai lebih besar daripada zat cair dan zat padat. Pemuaian zat pada dasarnya terjadi ke segala arah. Namun, pada modul ini yang akan dibahas pemuaian panjang, luas, dan volume. Besar pemuaian bergantung pada ukuran awal zat, karakteristik bahan dan besar perubahan suhu zat.

1. Pemuaian Panjang

Jika zat padat dipanaskan, benda tersebut akan memuai ke segala arah. Hal ini berarti, ukuran panjang, luas, dan volume benda bertambah. Untuk zat padat yang berukuran panjang dengan luas penampang kecil seperti jarum rajut, kalian dapat memusatkan perhatian pada pertambahan panjangnya dan bisa mengabaikan pemuaian pada luas penampangnya. Pertambahan panjang pada zat padat yang dipanaskan relatif kecil sehingga butuh ketelitian untuk mengetahuinya. Seperti pada Gambar 5.

Pada Gambar 8 terlihat bahwa sebuah zat padat yang memiliki panjang awal (L_0). Setelah dipanaskan benda tersebut mengalami pertambahan panjang sebesar ΔL , sehingga panjang akhirnya menjadi L . Ketika batang logam dipanaskan, zat padat tersebut akan memuai sehingga mendorong jarum penunjuk pada skala. Karena jenis



Gambar 9

Pemuaian Panjang Pada Logam

logamnya berbeda, pemuaian panjang logam juga berbeda. Hal tersebut menunjukkan muai panjang logam berbeda-beda. Misalnya, besi, aluminium, logam, tembaga, dan lain-lain. Walaupun dipanaskan dalam waktu yang sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan koefisien muai panjang yang dimiliki oleh setiap zat padat. Koefisien muai panjang adalah perbandingan antara pertambahan panjang terhadap panjang awal zat persatuan kenaikan suhu. Semakin besar koefisien muai panjang suatu zat, maka semakin besar pertambahan panjangnya. Demikian juga sebaliknya. Semakin kecil koefisien muai panjang suatu zat maka semakin kecil pertambahan panjangnya.

Secara matematis, koefisien muai panjang (α) suatu zat dinyatakan sebagai:

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

Sehingga besar perubahan panjang dapat dinyatakan:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔL = pertambahan panjang zat (m)

L = panjang akhir zat (m)

L_0 = panjang awal zat (m)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

T = suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 = suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)

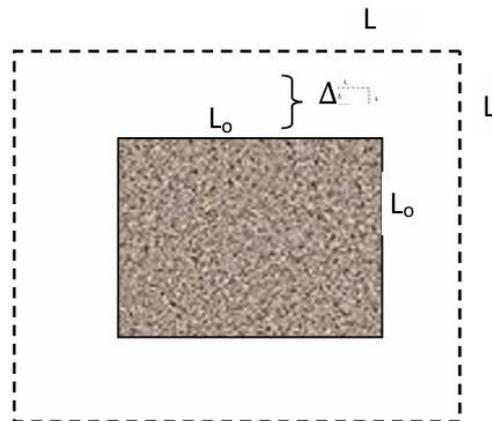
Jika perubahan suhu bernilai negatif maka perubahan panjang juga negatif, berarti zat memendek (menyusut). Koefisien muai panjang beberapa zat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Nilai koefisien muai panjang logam

No	Jenis logam	Koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)
1	Aluminium	0,000026
2	Baja	0,000011
3	Besi	0,000012
4	Emas	0,000014
5	Kaca	0,000009
6	Kuningan	0,000018
7	Tembaga	0,000017

2. Pemuai Luas

Jika suatu zat padat yang berbentuk persegi atau lempeng dipanaskan maka terjadi pemuai ke arah memanjang dan melebar. Dengan kata lain, zat tersebut mengalami pemuai luas. Apabila luas sebuah zat berbentuk lempeng yang bersuhu T_0 adalah A_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai sebesar ΔL .



Gambar 10

Lempeng logam jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian luas akhir zat adalah:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

dan $\beta = 2\alpha$

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔA = pertambahan luas zat (m^2)

A_0 = luas awal zat ($^\circ C$)

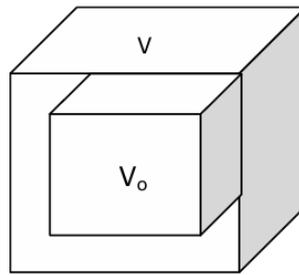
A = luas akhir zat ($^\circ C$)

β = koefisien muai luas ($/^\circ C$)

Jika perubahan suhu bernilai negatif, maka perubahan luas juga negatif berarti luas zat menyusut.

3. Pemuai volume

Jika zat padat berbentuk balok dipanaskan, maka akan terjadi pemuai dalam arah memanjang, melebar, dan meninggi. Hal ini berarti zat tersebut mengalami pemuai volume. Apabila luas sebuah zat berbentuk balok yang bersuhu T_0 adalah V_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai. Secara eksperimen ditemukan untuk jumlah gas tertentu bahwa volume gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diberikan ketika ketika suhu konstan, yaitu; sebesar ΔV (Gambar 11).



Gambar 11.

Balok jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian volume akhir zat adalah:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$\text{dan } \gamma = 3\alpha$$

$$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔV = pertambahan volum zat (m^3)

V_0 = volum awal zat (m^3)

V = volum akhir zat (m^3)

γ = koefisien muai volum ($^{\circ}C$)

Contoh Sol dan Pembahasan

Plat logam yang memiliki luas mula-mula 200 cm^2 . Jika koefisien muai luas logam tersebut adalah $0,00004/^{\circ}C$ dan terjadi kenaikan suhu sebesar $80^{\circ}C$, luas akhir logam tersebut adalah

Penyelesaian

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

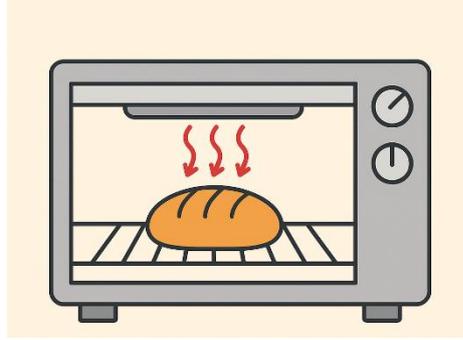
$$\Delta l = 0,00003 \cdot 200 \cdot 80 = 0,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas akhir} = A_0 + \Delta A$$

$$200 + 0,48 = 200,48 \text{ cm}^2$$

I. PERPINDAHAN KALOR

Pernahkan anda memanggang roti? Saat anda memanggang roti itu adalah salah satu peristiwa perpindahan panas.

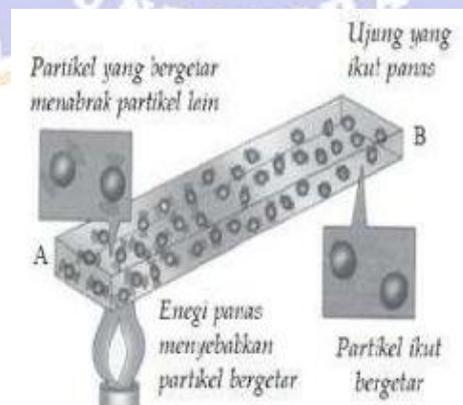


Gambar 12
Memanggang roti dalam oven

Gambar tersebut menunjukkan proses radiasi kalor dalam oven. Panas berasal dari elemen pemanas di bagian atas oven dan dipancarkan langsung ke permukaan roti dalam bentuk gelombang elektromagnetik (radiasi panas). Roti menerima panas secara merata tanpa memerlukan kontak langsung atau medium penghantar seperti udara atau logam.

1. Konduksi

Ketika sebuah batang logam dipanaskan pada salah satu ujungnya atau sebuah sendok logam diletakkan di dalam secangkir kopi yang panas. Beberapa saat kemudian, ujung yang kita pegang akan segera menjadi panas walaupun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas. Dalam hal ini kita katakan bahwa kalor dihantarkan dari ujung yang panas ke ujung lain yang lebih dingin.



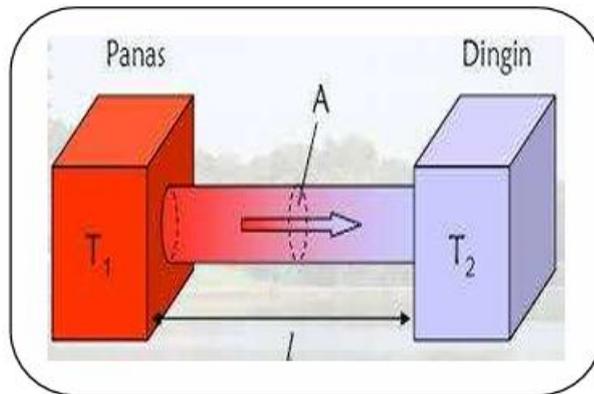
Gambar 13
Proses Konduksi

Konduksi atau hantaran kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat. Sementara itu, tumbukan dengan molekul-molekul yang langsung berdekatan lebih lambat, mereka mentransfer sebagian energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini kemudian juga mentransfer sebagian energi mereka dengan molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut. Dengan demikian, energi gerak termal ditransfer oleh tumbukan molekul sepanjang benda (Gambar 11). Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya konduksi. Jadi, konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat perantara dan selama terjadi perpindahan tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat perantaranya.

Syarat terjadinya konduksi kalor suatu benda adalah adanya perbedaan suhu antara dua tempat pada benda tersebut. Kalor akan berpindah dari tempat bersuhu tinggi ke tempat bersuhu rendah. Jika suhu kedua tempat sudah sama, rambatan kalor pun akan terhenti. Berdasarkan kemampuan suatu zat menghantarkan kalor secara konduksi, zat dibedakan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator. Konduktor adalah zat yang mudah menghantarkan kalor. Sedangkan isolator adalah zat yang sangat sukar menghantarkan kalor.

Laju konduksi kalor melalui sebuah dinding bergantung pada empat besaran, yaitu;

- e. Beda suhu di antara kedua permukaan $\Delta T = T_1 - T_2$; makin besar beda suhu, makin cepat perpindahan kalor
- f. Ketebalan dinding atau panjang jalan yang dilalui oleh kalor tersebut
- g. Luas penampang penghantar kalor; makin besar luas permukaan, makin cepat perpindahan kalor
- h. Konduktivitas termal zat k (Jenis logam), merupakan ukuran kemampuan zat menghantarkan kalor; makin besar nilai k , makin cepat perpindahan kalor.



Gambar 14

Laju Konduksi Kalor

Berdasarkan penjelasan di atas, banyak kalor Q yang berpindah setiap satuan waktu adalah;

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

dengan:

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

ΔT = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}C$)

l = jarak antara kedua bagian benda yang berbeda suhunya (m)

t = selang waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat ($\frac{J}{s \cdot m \cdot ^{\circ}C}$)

Contoh soal dan Pembahasan

Sebuah jendela kaca ruang bangunan ber-AC panjangnya 4 m, tingginya 2,5 m, dan tebalnya 10 mm. Suhu permukaan kaca di dalam ruangan $24^{\circ}C$ dan suhu permukaan kaca luar ruangan $26^{\circ}C$. Tentukan banyaknya kalor yang mengalir dari luar ke dalam ruangan yang ber-AC tersebut melalui kaca jendela jika diketahui konduktivitas termal kaca $0,8 J/m s ^{\circ}C$.

Jawab :

Dik:

$$p = 4 m \quad t_1 = 24^{\circ}C$$

$$t = 2,5 m \quad t_2 = 26^{\circ}C$$

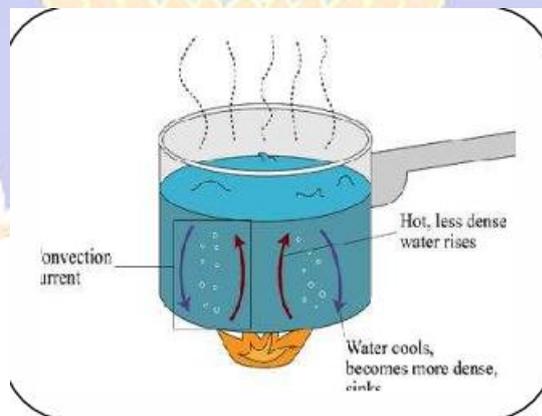
$$l = 10^2 m \quad k = 0,8 J/ms ^{\circ}C$$

Dit: $H = \dots?$

$$H = \frac{kA\Delta T}{l} = \frac{\left(0,8 \frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C}\right) (4 m \times 2,5 m)(2^\circ C)}{10^{-2} m} = 1600 \frac{J}{s} = 1.600 \text{ watt}$$

2. Konveksi

Konveksi merupakan cara perpindahan kalor dengan diikuti oleh mediumnya. Pernahkah kalian merasakan ada angin yang panas. Angin dapat membawa kalor menuju kalian sehingga terasa lebih panas. Contoh lain adalah memasak air. Bagian air yang lebih dulu panas adalah bagian bawah, tetapi air yang lebih panas dapat bergerak ke atas sehingga terlihat ada gelembung-gelembung yang bergerak. Proses konveksi banyak terjadi pada medium gas dan cair. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Pada konveksi alamiah, pergerakan fluida terjadi akibat perbedaan massa jenis. Bagian fluida yang menerima kalor (dipanas) memuai dan massa jenisnya menjadi lebih kecil sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh bagian fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar. Dalam konveksi paksa, arus konveksinya dipengaruhi oleh faktor luar, misalnya tekanan. Contohnya, kipas angin dapat digunakan untuk menghembuskan udara dari tempat dingin ke tempat yang panas.



Gambar 15

Laju Partikel Konveksi

Konveksi dalam kehidupan sehari-hari dapat kita lihat pada peristiwa terjadinya angin darat dan angin laut. Pada siang hari, daratan lebih cepat panas daripada laut, sehingga udara di atas daratan naik dan udara sejuk di atas laut

bergerak ke daratan. Hal ini karena tekanan udara di atas permukaan laut lebih besar, sehingga angin laut bertiup dari permukaan laut ke daratan. Sebaliknya, pada malam hari daratan lebih cepat dingin daripada laut, sehingga udara bergerak dari daratan ke laut, disebut angin darat.

Laju kalor ketika sebuah benda panas memindahkan kalor ke fluida sekitarnya secara konveksi adalah sebanding dengan luas permukaan benda A yang bersentuhan dengan fluida dan beda ΔT di antara benda dan fluida. Secara matematis ditulis:

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

Dengan :

H = kalor yang merambat persatuan waktu (J/s)

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

T = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}C$)

t = waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat (J/s.m. $^{\circ}C$)

Contoh soal

Suhu udara dalam sebuah ruangan sebesar $20^{\circ}C$, sedangkan suhu permukaan jendela pada ruangan $30^{\circ}C$. Berapa laju kalor yang diterima oleh jendela kaca seluas $1,5 m^2$ jika konveksi udara saat itu $7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s } m^2^{\circ}C$?

Jawab:

Dik :

$$t_2 = 30^{\circ}C$$

$$t_1 = 20^{\circ}C$$

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

$$A = 1,5 m^2$$

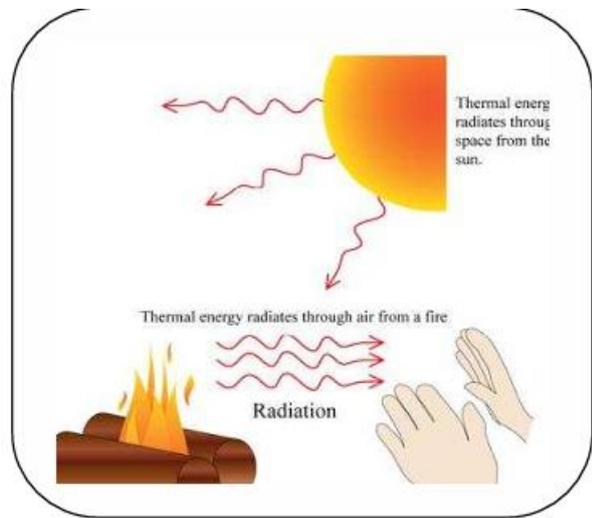
$$H = 7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s } m^2^{\circ}C$$

$$H = h A \Delta T = (7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s } m^2^{\circ}C) (1,5 m^2) (10^{\circ}C) = 11,25 \text{ kal}$$

3. Radiasi

Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan adanya materi sebagai medium untuk membawa kalor dari daerah yang lebih panas ke

daerah yang lebih dingin. Akan tetapi, perpindahan kalor secara radiasi (pancaran) terjadi tanpa medium apapun. Semua kehidupan di dunia ini bergantung pada transfer energi dari matahari, dan energi ini ditransfer ke Bumi melalui ruang hampa (hampa udara). Bentuk transfer energi ini dalam bentuk kalor yang dinamakan radiasi. Jadi, radiasi adalah perpindahan kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 16
Proses Radiasi

Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik. Radiasi dari Matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan Bumi. Kecepatan atau laju radiasi kalor dari sebuah benda sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak ($\propto T^4$) benda tersebut. Sebagai contoh, sebuah benda pada suhu 2.000 K, jika dibandingkan dengan benda lain pada suhu 1.000 K, akan meradiasikan kalor dengan kecepatan 16 (24) kali lipat lebih besar. Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas A dari benda yang memancarkan kalor.

Dengan demikian, kecepatan radiasi kalor meninggalkan sumber tiap selang waktu tertentu ($Q/\Delta t$) dirumuskan:

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

Persamaan tersebut disebut persamaan Stefan-Boltzman dan σ adalah konstanta universal yang disebut konstanta Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$).

Faktor e disebut emisivitas bahan, merupakan bilangan antara 0 sampai 1 yang bergantung pada karakteristik materi. Permukaan yang sangat hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, sedangkan bahan yang permukaannya mengkilat mempunyai yang mendekati nol sehingga memancarkan radiasi yang lebih kecil. Permukaan mengkilat tidak hanya memancarkan radiasi yang lebih kecil, tetapi bahan tersebut juga hanya menyerap sedikit dari radiasi yang menimpanya (sebagian besar dipantulkan). Benda hitam dan yang sangat gelap, menyerap kalor hampir seluruh radiasi yang menimpanya. Dengan demikian, bahan penyerap kalor yang baik juga merupakan pemancar kalor yang baik .

Contoh soal

Sebuah lempeng besi panas yang suhu permukaannya 227°C memiliki koefisien emisivitas permukaan sebesar 0,5. Tentukanlah daya per satuan luas permukaan yang dipancarkan oleh lempengan besi tersebut.

Jawab :

Dik :

$$T = 227^{\circ}\text{C} = 500\text{K}$$

$$\sigma = 5,672 \times 10^{-6} \text{W}/\text{m}^2 \text{K}^4$$

$$e = 0,5$$

dit : $P = \dots?$

$$P = e \sigma T^4 = (0,5)(5,672 \times 10^{-6} \text{W}/\text{m}^2 \text{K}^4)(500\text{K})^4 = 1,772,5 \text{W}/\text{m}^2$$



Lampiran 2 : Lembar Kerja Peserta Didik (Praktikum)

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR**

LKPD 1

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

21.()
 22.()
 23.()
 24.()
 25.()
 26.()

I. Judul Percobaan

Suhu dan Termometer

II. Tujuan

Untuk mengetahui pengaruh kalor terhadap kenaikan suhu benda

III. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan antara jumlah kalor (Q) dengan kenaikan suhu benda (ΔT)

IV. Tujuan

1. Siswa dapat memahami hubungan antara jumlah kalor (Q) dengan kenaikan suhu (ΔT)
2. Siswa dapat memahami hubungan antara massa zat dengan jumlah kalor yang diperlukan (Q)
3. Mahasiswa dapat menentukan pengaruh kalor jenis (c) terhadap kalor (Q)
4. Mahasiswa dapat menentukan suhu kesetimbangan suatu benda

V. Metodologi Eksperimen

Air yang dipanaskan dalam panci akan mulai panas dan lama-kelamaan akan mendidih. Peristiwa ini sering dijumpai dalam keseharian. Proses air menjadi panas dan mendidih melibatkan perpindahan kalor dari sumber kalor ke lingkungan sekitarnya. Sumber kalor adalah api, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin besar nyala api, maka berarti makin besar kalor yang dimiliki atau semakin lama dipanaskan maka semakin banyak kalor yang dilepaskan. Akibat pemberian kalor tersebut, maka suhu air akan mengalami kenaikan dimana semakin lama dipanaskan maka semakin besar kenaikan suhu pada air. Dua wadah berisi air yang massanya berbeda, jika dipanaskan dengan waktu yang sama maka suhu yang terukur pada kedua wadah tersebut akan berbeda. Suhu air dalam wadah yang memiliki air yang massanya lebih kecil akan mengalami suhu yang lebih tinggi dibandingkan wadah yang berisi air lebih banyak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara banyak kalor (Q), kenaikan suhu (ΔT), dan massa air (m) (Herman, 2015: 1-2). Temperatur (suhu) kita kenal sebagai ukuran panas atau dinginnya suatu benda.

Secara lebih tepat, temperatur merupakan ukuran energi kinetik molekuler internal rata-rata sebuah benda. Bila sebuah benda dipanaskan atau didinginkan, sebagian dari sifat fisiknya berubah. Sebagai contoh, kebanyakan padatan dan cairan memuai bila dipanaskan. Gas akan memuai bila dipanaskan jika volumenya dijaga konstan (Tipler, 1991: 560-561). Menurut Halliday dan Resnik (1978: 722), kalor adalah sesuatu yang dipindahkan diantara sebuah sistem dan sekelilingnya sebagai akibat dari hanya perbedaan temperatur.

Materi Kalor

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah Joule (J), tetapi dalam beberapa kasus juga dinyatakan dalam kalori (kal), di mana 1 kalori setara dengan 4,184 Joule. Kalor dapat menyebabkan perubahan suhu atau perubahan wujud zat. Untuk menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam proses perubahan suhu, digunakan rumus:

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis (J/kg°C atau kal/g°C)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) dalam °C

VI. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Kuantitas (buah)
Termometer	6
Pemanas	6
Beacker gelas	6
Stopwatch	6
Statif	6
Gelas kimia	6
Timbangan	6
Logam Besi	6
Logam Kuningan	6

VII. Definisi Operasional

Kegiatan 1. Hubungan jumlah kalor (Q) dengan perubahan kenaikan suhu (ΔT)

1. Volume adalah banyaknya volume zat cair (air) yang digunakan dalam kegiatan ini yang telah ditetapkan terlebih dahulu. pada praktiku ini digunakan volume air sebanyak 100 ml. satuan yang digunakan adalah ml.
2. Jenis zat cair adalah jenis zat yang digunakan. Jenis zat yang digunakan adalah air.
3. Jumlah kalor (Q) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu. Jumlah kalor dalam praktikum ini diasumsikan sebagai lama pemanasan dengan satuan sekon. Selisih antara lama pemanasan pada data yang satu dengan data berikutnya adalah 30 sekon dan dimanipulasi sebanyak 6 kali.

4. Kenaikan suhu (ΔT) adalah selisih antara perubahan suhu setelah air dipanaskan selama waktu 30 sekon dari data sebelumnya dengan suhu awal. Satuan yang digunakan adalah $^{\circ}\text{C}$. Kegiatan
5. Kenaikan suhu (ΔT) adalah selisih antara perubahan suhu setelah air dipanaskan dengan suhu awal. Selisih suhu akhir dengan suhu awal ditetapkan 3 $^{\circ}\text{C}$. Satuan yang digunakan adalah $^{\circ}\text{C}$.
6. Massa zat (m) adalah massa air yang diperoleh dengan cara mengurangkan massa gelas kimia kosong dengan massa gelas kimia yang telah diisi dengan air yang ditimbang dengan menggunakan neraca 311 gram. Satuannya adalah gram.

VIII. Prosedur kerja

A. Percobaan 1 : Pengaruh Jumlah kalor (Q) terhadap kenaikan suhu benda (ΔT)

Asumsikan bahwa waktu yang diperlukan untuk memanaskan adalah jumlah kalor.

Waktu = jumlah kalor (Q)

1. Timbang air sebanyak 100 gram dengan menggunakan neraca.
2. Ukur suhu awal air dengan menggunakan termometer
3. Pasnaskan air dengan pemanas (*heater*)
4. Gantungkan termometer pada statif seperi pada gambar di bawah ini!
5. Lakukan pemanasan selama 5 kali dengan waktu (50 s, 100 s, 150 s, 200 s, 250 s)



6. Amati penunjukan suhu pada termometer pada selang waktu tertentu (digunakan selang waktu yang sama untuk setiap data)
7. Catat hasil dalam table pengamatan

IX. Tabel hasil Pengamatan

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)

- c = kalor jenis ($J/kg^{\circ}C$ atau $kal/g^{\circ}C$)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{akhir} - T_{awal}$) dalam $^{\circ}C$

Waktu pemanasan (sekon)	Massa air (gram)	Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}C$)	Suhu Akhir (T_1) ($^{\circ}C$)	Perubahan suhu	Kalor (Q)
50	100 gram				
100					
150					
200					
250					

Tabel Hubungan kalor dan Kenaikan suhu

Kenaikan suhu ($^{\circ}C$)	Kalor (Q)

X. Analisis Data dan Kesimpulan

Buatlah grafik hubungan antara jumlah kalor yang diberikan terhadap kenaikan suhu.

Contoh :



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR

LKPD 2

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

1.()
2.()
3.()
4.()
5.()
6.()

I. Judul Percobaan

Suhu dan Kalor

II. Tujuan

Untuk mengetahui pengaruh kalor jenis terhadap kecepahan kenaikan suhu benda

III. Rumusan Masalah

2. Bagaimana hubungan antara massa zat (m) dengan jumlah kalor (Q) terhadap kenaikan suhu?
3. Bagaimana hubungan antara kalor jenis terhadap kenaikan suhu benda?

IV. Tujuan

5. Siswa dapat memahami hubungan anatara massa zat dengan jumlah kalor yang diperlukan (Q)
6. Mahasiswa dapat menentukan pengaruh kalor jenis (c) terhadap kalor (Q)

Materi Kalor

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah Joule (J), tetapi dalam beberapa kasus juga dinyatakan dalam kalori (kal), di mana 1 kalori setara dengan 4,184 Joule. Kalor dapat menyebabkan perubahan suhu atau perubahan wujud zat. Untuk menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam proses perubahan suhu, digunakan rumus:

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis ($J/kg^{\circ}C$ atau $kal/g^{\circ}C$)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{akhir} - T_{awal}$) dalam $^{\circ}C$

VI. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Kuantitas (buah)
Termometer	6
Pemanas	6
Beacker gelas	6
Stopwatch	6
Statif	6
Gelas kimia	6
Timbangan	6
Logam Besi	6
Logam Kuningan	6

VII. Definisi Operasional

Kegiatan 1. Hubungan jumlah kalor (Q) dengan perubahan kenaikan suhu (ΔT)

7. Volume adalah banyaknya volume zat cair (air) yang digunakan dalam kegiatan ini yang telah ditetapkan terlebih dahulu. pada praktiku ini digunakan volume air sebanyak 100 ml. satuan yang digunakan adalah ml.
8. Jenis zat cair adalah jenis zat yang digunakan. Jenis zat yang digunakan adalah air.
9. Jumlah kalor (Q) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu. Jumlah kalor dalam praktikum ini diasumsikan sebagai lama pemanasan dengan satuan sekon. Selisih antara lama pemanasan pada data yang satu dengan data berikutnya adalah 30 sekon dan dimanipulasi sebanyak 6 kali.
10. Kenaikan suhu (ΔT) adalah selisih antara perubahan suhu setelah air dipanaskan selama waktu ...sekon dari data sebelumnya dengan suhu awal. Satuan yang digunakan adalah $^{\circ}C$. Kegiatan
11. Kenaikan suhu (ΔT) adalah selisih antara perubahan suhu setelah air dipanaskan dengan suhu awal. Selisih suhu akhir dengan suhu awal ditetapkan 3 $^{\circ}C$. Satuan yang digunakan adalah $^{\circ}C$.
12. Massa zat (m) adalah massa air yang diperoleh dengan cara mengurangkan massa gelas kimia kosong dengan massa gelas kimia yang telah diisi dengan air yang ditimbang dengan menggunakan neraca 311 gram. Satuannya adalah gram.

VIII. Prosedur kerja

I. Tujuan : Menganalisis hubungan antara massa suatu zat dengan jumlah kalor yang diterima

II. Alat dan bahan :

1. Termometer
2. Pemanas Pritus
3. Kaki tiga
4. Timbangan digital
5. Air
6. Pengukur waktu

III. Prosedur kerja

1. Timbang massa air yang akan digunakan dalam beberapa variasi (100 gram, 200 gram, 300 gram, 500 gram)
2. Ukur suhu awal air dengan menggunakan termometer
3. Tetapkan waktu acuan untuk semua variasi (2,5 menit =150 detik)
4. Nyalakan pemanas
5. Panaskan air di setiap variasi massa (100 gram, 200 gram, 300 gram, 500 gram)
6. Jika setiap variasi air sudah menunjukkan waktu 2,5 menit catat catat suhu akhir dari air.
7. Hitung perubahan suhu (ΔT)
8. Gunakan rumus kalor untuk menghitung jumlah kalor yang diterima masing masing massa air
9. Buat dalam bentuk table berikut ini!

IV. Tabel Data

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis ($J/kg^{\circ}C$ atau $kal/g^{\circ}C$)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{akhir} - T_{awal}$) dalam $^{\circ}C$

Massa Air (kg)	Waktu pemanasan	Suhu Awal (T_0) ($^{\circ}C$)	Suhu Akhir (T_1) ($^{\circ}C$)	Perubahan suhu	Kalor (Q)
0,1					

II. Alat dan bahan

1. Termometer
2. Pemanas Listrik
3. Timbangan digital
4. Air
5. Pengukur waktu

III. Prosedur kerja

1. Timbang massa minyak dan air dengan massa 200 gram.
2. Ukur suhu awal air dan minyak menggunakan termometer
3. Tetapkan waktu pemanasan yaitu sebesar (30 s, 60s, 90 s, 120) menit
4. Nyalakan api dan panaskan minyak dan air
5. Setelah 2 menit, matikan pemanas
6. Ukur suhu akhir dan perubahan suhu air dan minyak
7. Catat hasil pengamatan dalam bentuk table di bawah ini

IV. Tabel Hasil Pengamatan

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis (J/kg°C atau kal/g°C)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) dalam °C

Zat	Massa (kg)	Suhu Awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Perubahan suhu (°C)	Kalor jenis (J/kg °C)	Kalor yang diterima (Q) (Joule)
Air	0,2				4200	
Minyak	0,2				2100	

Table hubungan kalor jenis zat dengan kenaikan suhu dan kalor

Jenis Zat	Kenaikan suhu	Jumlah kalor (Q)
Air		
Minyak		

V. Analisis Data

6. Apa hubungan kalor jenis dengan kenaikan suhu dan jumlah kalor (Q)? Apakah sudah sesuai dengan teori?
7. Buatlah grafik minyak dan air terhadap hubungan dengan kalor (Q) dengan kenaikan suhu!
8. Tariklah kesimpulan berdasarkan percobaan yang dilakukan!

Jawaban Siswa:

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PRAKTIKUM SUHU DAN KALOR

LKPD 3

Kelas :

Nama Anggota Kelompok dan No Absen

7.()
 8.()
 9.()
 10.()
 11.()
 12.()

I. Judul Percobaan

Suhu dan Kalor

II. Tujuan

Untuk mengetahui konsep

III. Rumusan Masalah

4. Bagaimana cara menghitung suhu campuran dengan konsep kesetimbangan termal?
 5. Bagaimana mengetahui kalor jenis suatu benda dengan konsep kesetimbangan termal?

IV. Tujuan

1. Menghitung suhu campuran antara duah buah objek dengan menggunakan prinsip asas Black
 2. Untuk mengukur kalor jenis benda yang belum diketahui dengan menggunakan prinsip suhu kesetimbangan

Materi Kalor

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Satuan kalor dalam Sistem Internasional (SI) adalah Joule (J), tetapi dalam beberapa kasus juga dinyatakan dalam kalori (kal), di mana 1 kalori setara dengan 4,184 Joule. Kalor dapat menyebabkan perubahan suhu atau perubahan wujud zat. Untuk menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam proses perubahan suhu, digunakan rumus:

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

Keterangan:

- Q = jumlah kalor (Joule atau kalori)
- m = massa benda (kg atau gram)
- c = kalor jenis ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$ atau $\text{kal/g}^\circ\text{C}$)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) dalam $^\circ\text{C}$

VI. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Kuantitas (buah)
Termometer	6
Pemanas	6
Beacker gelas	6
Stopwatch	6
Statif	6
Gelas kimia	6
Timbangan	6
Logam Besi	6
Logam Kuningan	6

VIII. Prosedur kerja

D. Percobaan IV : Asas Black

I. Tujuan :

3. Memahami konsep asas Black
4. Menghitung suhu campuran antara duah buah objek dengan menggunakan prinsip asas Black
5. Untuk mengukur kalor jenis benda yang belum diketahui dengan menggunakan prinsip suhu kesetimbangan

II. Alat dan bahan

1. Termometer ($0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$)
2. Kalorimeter
3. Gelas ukur
4. Timbangan digital
5. Pemanas listrik atau spiritus
6. Air (500 mL)
7. Logam (aluminium/tembaga/besi)
8. Stopwatch
9. Korek api

III. Prosedur kerja

Prosedur Praktikum

1. Timbang massa logam menggunakan timbangan digital.
2. Panaskan logam dalam air mendidih selama 5-10 menit hingga suhu logam sama dengan suhu air (80°C).
3. Ukur suhu awal air di kalorimeter.
4. Masukkan logam panas ke dalam kalorimeter yang berisi air, tutup kalorimeter, dan aduk perlahan.
5. Catat suhu akhir campuran setelah mencapai kesetimbangan.
6. Hitung kalor jenis logam menggunakan persamaan:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

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

Tabel : Benda dimasukkan ke dalam air

Benda	Massa Logam (kg)	Suhu logam (T) (°C)	Suhu campuran (Tc)	Suhu awal air (T ₀) (°C)	Kalor jenis air J/kg(°C)	Kalor jenis benda yang diukur (c)
Besi		80 °C		27	4200	
Kuningan		80 °C		27	4200	

Pertanyaan :

1. Diantara besi dan kuningan, manakah yang memiliki suhu campuran yang lebih tinggi? mengapa demikian?
2. Hitunglah kalor jenis dari logam besi dengan menggunakan konsep Asas Black
3. Hitunglah kalor jenis logam kuningan dengan menggunakan prinsip Asas Black

4. Dalam penelitian tersebut, faktor apa saja yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu campuran?
5. Simpulkan hasil pengamatan anda

Jawaban Siswa:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SOAL UJI PEMAHAMAN

4. Seorang siswa ingin memanaskan minuman dalam waktu singkat. Ia memiliki empat wadah berbeda: besi, plastik, kaca, dan tanah liat. Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, wadah manakah yang sebaiknya digunakan? Jelaskan pilihanmu berdasarkan jenis perpindahan kalor yang dominan!
5. Sebuah termos dirancang untuk menjaga suhu air tetap panas lebih lama. Dindingnya dilapisi lapisan logam reflektif dan ruang hampa udara. **Analisislah** bagaimana desain termos tersebut mengurangi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.
6. Sebuah benda logam bermassa 200 gram dan bersuhu 90°C dimasukkan ke dalam 300 gram air bersuhu 30°C di dalam wadah tertutup. Kalor jenis logam adalah $400\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
 - C. Hitunglah suhu akhir campuran jika tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan!

- D. Berdasarkan hasil perhitunganmu, analisislah bahan mana yang lebih banyak menerima atau melepaskan kalor dan jelaskan alasannya!

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



LKPD : III (Soal Uji Pemahaman)**Kelas :****Nama Anggota Kelompok dan No Absen**

1.()
2.()
3.()
4.()
5.()
6.()

Soal Uji Pemahaman

1. Seorang teknisi listrik sedang memasang kabel logam di daerah pegunungan. Kabel tersebut harus membentang sejauh 200 meter pada suhu pagi hari yang dingin, yaitu 10°C . Ia diberi peringatan bahwa suhu siang hari bisa mencapai 40°C . Jika kabel tidak dipasang dengan sedikit kelonggaran, kabel bisa putus saat siang hari. Analisislah mengapa hal tersebut bisa terjadi dan hitunglah pertambahan panjang kabel bila koefisien muai panjang kabel adalah $1,6 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$.

2. Di sebuah pabrik, pelat logam persegi panjang berukuran $1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ dipanaskan untuk proses pembuatan alat elektronik. Setelah dipanaskan dari suhu 25°C menjadi 125°C , teknisi menemukan bahwa salah satu sambungan elektronik tidak lagi sejajar. Dengan koefisien muai panjang logam sebesar $2,1 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$, analisislah perubahan luas pelat tersebut dan bagaimana perubahan ini dapat menyebabkan kegagalan presisi dalam produk.

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INTRUMEN PENILAIAN KOGNITIF

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Genap

Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Nomor Soal		Total skor	Nilai
		1	2		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					

37					
38					
39					

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

INTRUMEN PENILAIAN SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Rasa ingin tahu	Disiplin	Kerjasama	Teliti	Jujur	Nilai Akhir
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							

Rubrik Penilaian Sikap

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Rasa Ingin tahu		Teknik Penilaian Skor makasimal = $5 \times 4 = 20$ $\text{Skor total} = \frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	4	
Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	3	
Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	2	
Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	1	
Disiplin		
Selalu tertib instruksi/membuat menjadi kondusif. mengikuti kondisi kelas	4	
Sering tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	3	
Kadang-kadang tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	2	
Tidak pernah tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	1	
Kerjasama		
Selalu ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaika LKPD kelompok.	4	
Sering ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi	3	

kelompok/menyelesaika kelompok.	LKPD		
Kadang-kadang ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaika kelompok.	LKPD	2	
Tidak pernah ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaikan kelompok.	LKPD	1	
Teliti			
Selalu teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.		4	
Sering teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.		3	
Kadang-kadang teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.		2	
Tidak pernah teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.		1	
Jujur			
Selalu menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur		4	
Sering menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur.		3	
Kadang-kadang menjawab pertanyaan dengan jujur.		2	
Tidak pernah menjawab pertanyaan dengan jujur.		1	

INSTRUMEN PENILAIAN DIRI

Bentuk : Jurnal Belajar

Silahkan isi tabel berikut untuk melihat perkembangan belajar anda!

Sebelum saya belajar materi ini	Saya tidak mengerti tentang
--	--

Ketika saya sedang mempelajari materi ini	Saya memiliki kesulitan dalam
Setelah saya mempelajari materi ini	Saya mendapatkan pengetahuan baru tentang



INTRUMEN PENILAIAN TEMAN

Bentuk : Komentar

Silahkan berikan komentar anda terhadap 2 orang teman kelompok terkait sikap dan pemahaman dalam aktivitas pembelajaran di kelas

Nama	Deskripsi

INTRUMEN PENILAIAN KETERAMPILAN

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Kinerja/Presentasi/menanggapi		Total skor	Nil ai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					

Rubrik Penilaian keterampilan

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Visualisasi		Teknik Penilaian Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$ Skor total = $\frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Presentasi/ bertanya / menanggapi dengan Bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gesture	4	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gesture.	3	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gesture	2	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gesture.	1	
Konten		
Tepat, jelas, dan lengkap.	4	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap..	3	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap.	2	
Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap	1	



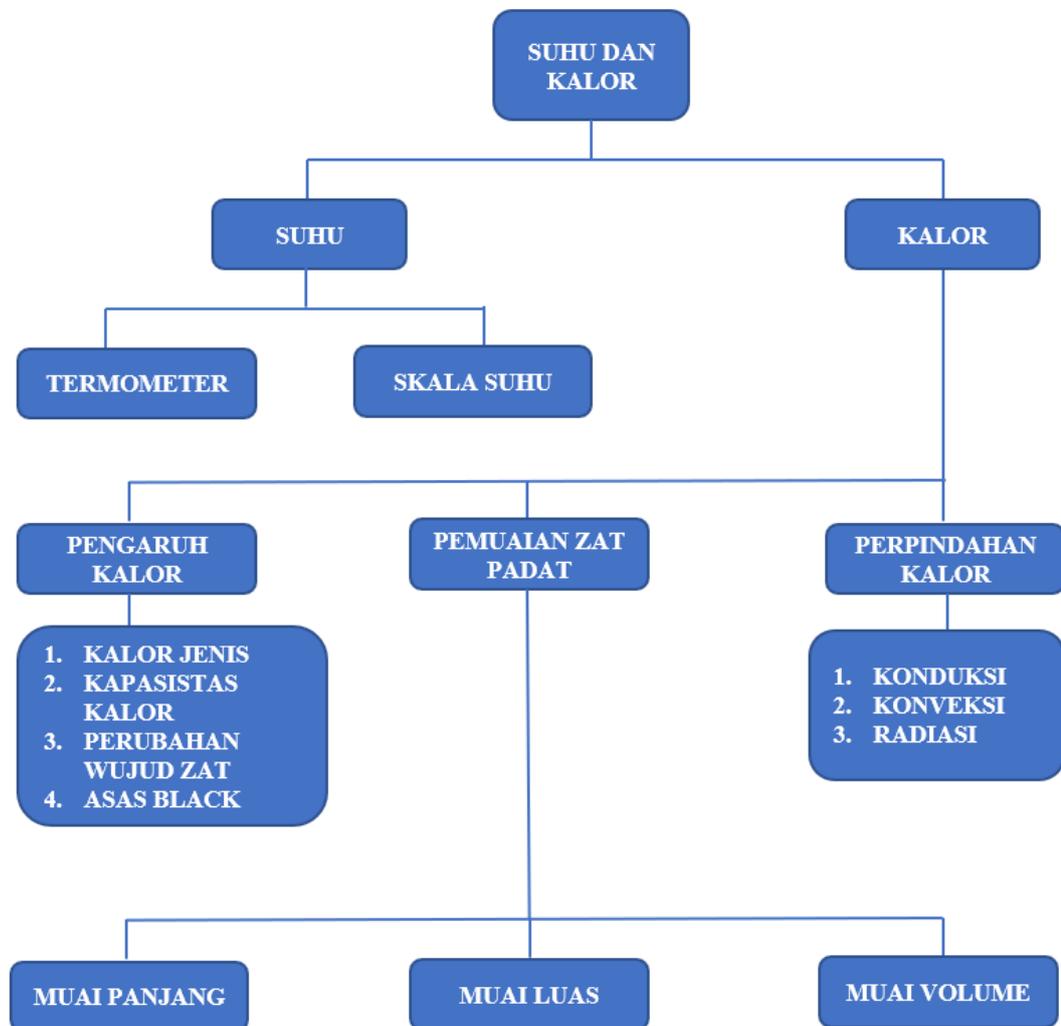


Lampiran 3. 3 Modul Ajar Kelas Kontrol

GLOSARIUM

Alat ukur suhu	:	Perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu, seperti termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
Asas Black	:	Jumlah kalor yang dilepaskan oleh benda bersuhu lebih tinggi sama dengan jumlah kalor yang diterima oleh benda bersuhu lebih rendah, selama tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan
Celcius	:	Skala suhu berdasarkan titik beku air (0°C) dan titik didih air (100°C) pada tekanan 1 atm.
Cair	:	Salah satu wujud zat yang partikelnya lebih bebas bergerak dibanding padat, tetapi masih memiliki volume tetap.
Derajat panas	:	Ungkapan informal untuk suhu suatu benda atau sistem.
Fahrenheit	:	Skala suhu di mana titik beku air adalah 32°F dan titik didih air adalah 212°F .
Hukum kekekalan energi	:	Kalor tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya berpindah atau berubah bentuk.
Joule	:	Satuan SI untuk energi, termasuk energi panas. 1 kalori \approx 4,18 joule.
Suhu	:	Ukuran tingkat panas atau dingin suatu benda yang menunjukkan energi kinetik rata-rata partikel dalam benda tersebut. Alat ukurnya adalah termometer.
Kalor	:	Energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Satuan SI-nya adalah joule (J).
Kalor jenis	:	Besar kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$.
Kalor laten	:	Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat tanpa mengubah suhu
Kapasitas lebur	:	Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat padat menjadi cair pada titik leburnya.
Kalor uap	:	Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat cair menjadi gas pada titik didihnya.

Kapasitas Kalor	: Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda secara keseluruhan sebesar 1°C . Satuan: $\text{J}/^{\circ}\text{C}$.
Konduksi	: Perpindahan kalor melalui zat padat tanpa disertai perpindahan partikel.
Konveksi	: Perpindahan kalor yang terjadi pada zat cair atau gas disertai perpindahan partikel zat.
Koefisien muai panjang	: perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu
Kalorimeter	: Alat untuk mengukur jumlah kalor yang terjadi pada suatu proses.
Kapasitas Kalor	: Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1°C
Medium perantara	: Zat yang menjadi jalur atau saluran untuk perpindahan kalor, seperti logam untuk konduksi.
Pemuaian	: Perubahan dimensi (panjang, luas, atau volume) suatu benda akibat perubahan suhu.
Perpindahan kalor	: Proses perpindahan energi panas dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
Perubahan wujud	Proses perubahan antara wujud zat (padat, cair, gas) akibat pengaruh kalor.
Radisi	: perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara
Termometer	: Alat untuk mengukur suhu. Jenis-jenisnya antara lain: termometer raksa, alkohol, digital, dan inframerah.
Titik didih	: Suhu tetap saat zat cair berubah menjadi gas. Misalnya, air mendidih pada 100°C di tekanan 1 atm .
Titik beku	: Suhu saat zat cair berubah menjadi padat. Titik beku air adalah 0°C .

PETA KONSEP

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi, Tuhan Yang Maha Esa karena atas asungkerta waranugraha-Nya sehingga modul pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis ini telah selesai disusun. Dalam menyelesaikan buku ini, Penulis banyak mendapat bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

5. Bapak Prof, Dr I Ketut Suma, M.S. dan Ibu Ina Yuliana, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
6. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu sehingga modul ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan penyusunan modul ini adalah mendukung terlaksananya proses pembelajaran di SMA N 3 Singaraja serta untuk menambah pengetahuan peserta didik mengenai materi fluida dinamis. Modul ini dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran. Dengan keterbatasan dalam modul ini, sayangnya mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan modul. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan penulis khususnya.

Penulis

Modul Ajar Suhu Kalor

I. Identitas Modul

Nama Penyusun	: I Putu Merta Adi Putra
Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 2 Singaraja
Kelas/Fase	: XI/F
Mata Pelajaran	: Fisika
Alokasi Waktu	: 10 JP (4x Pertemuan)
Tahun Ajaran	: 2024/2025

Capaian Pembelajaran

II. Profil Pelajar Pancasila

- g. Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja; Memahami keterhubungan ekosistem bumi dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud Beriman dan Bertakwa)
- h. Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud Kemandirian)
- i. Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud Bergotong royong)
- j. Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (wujud bernalar kritis)
- k. Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud Kreativitas)
- l. Mengenal alasan dan dampak dari pengambilan kebijakan oleh orang/negara lain (wujud Berkebinekaan Global)

III Capaian Pembelajaran Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Fisika	<p>Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep 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 memahami prinsip-prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer dan perhitungan digital lainnya. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika</p>

	inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.
Keterampilan Proses	<p>8. Mengamati Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi</p> <p>9. Mempertanyakan dan memprediksi Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah.</p> <p>10. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian. Peserta didik membedakan variabel termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrument yang bersesuaian dengan tujuan penelitian. Peserta didik menentukan langkah-langkah kerja dan cara pengumpulan data</p> <p>11. Memproses, menganalisis dan informasi Peserta didik menyiapkan peralatan/instrument yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai. Peserta didik menerapkan teknis/proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisa data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.</p> <p>12. Mencipta Peserta didik mampu menggunakan hasil analisa data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan.</p> <p>13. Mengevaluasi dan Refleksi Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Peserta didik mengajukan argument ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggung jawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.</p> <p>14. Mengumpulkan dan mengkomunikasikan hasil Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara</p>

	menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian /penyelidikan secara lisan atau tulisan. Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran	Menganalisis wujud zat, karakteristiknya, dan perilakunya Ketika menerima panas atau kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari.
Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 8. Mengkonversi suhu dari berbagai skala termometer (Celcius, Farenheit, Reamur, dan Kelvin) 9. Mengukur suhu campuran dua buah benda yang sama jenis dengan massa dan suhu yang berbeda. 10. Memahami konsep kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor. 11. Menganalisis jumlah kalor yang diterima/dilepas pada dua buah benda yang berbeda jenis (Asas Black) dan penerapannya dalam kehidupan sehari hari 12. Menganalisis jumlah kalor yang digunakan dalam perubahan wujud zat dengan digram perubahan wujud 13. Mengukur pemuaian panjang, pemuaian luas, dan pemuaian volume suatu benda. 14. Menentukan laku aliran kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu mengkonversi berbagai skala termometer 2. Peserta didik dapat mengukur suhu campuran dua benda yang sejenis dengan massa dan suhu yang berbeda 3. Peserta didik memahami perbedaan kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor 4. Peserta didik dapat memahami konsep Asas Black dan menerapkan dalam kehidupan sehari hari 5. Peserta didik dapat menghitung suhu campuran antara dua buah benda yang berbeda jenis. 6. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Panjang suatu benda 7. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Luas suatu benda

8. Peserta didik dapat mengukur besar pemuaian Volume suatu benda
9. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konduksi
10. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi
11. Peserta didik menghitung laju perpindahan kalor secara radiasi

III. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa perbedaan antara suhu dan panas? Mengapa benda bisa memiliki suhu sama tetapi terasa berbeda saat disentuh?
2. Mengapa termometer menggunakan zat cair seperti air raksa atau alkohol sebagai pengisi? Apakah ada zat lain yang bisa menggantikan?
3. Mengapa suhu tubuh diukur menggunakan termometer, bukan dengan tangan?
4. Apa perbedaan kalor, kapasitas kalor, dan kalor jenis?
5. Mengapa air lebih lama panas saat direbus dibandingkan minyak goreng, padahal dipanaskan dengan api yang sama?
6. Jika ingin memasak jenis bahan apa yang bisa dipakai agar proses pemanasan menjadi lebih cepat?
7. Apa yang terjadi Ketika logam yang dipanaskan kemudian dicelupkan ke dalam wadah yang berisi air?
8. Jika dua benda memiliki massa dan bahan yang berbeda, bagaimana kapasitas kalor memengaruhi perubahan suhunya saat diberi kalor yang sama?
9. Saat kamu mencampurkan air panas dan air dingin, mengapa suhu akhirnya menjadi hangat? Apakah ini bisa dijelaskan dengan hukum fisika tertentu?
10. Mengapa es batu tetap berada pada suhu 0°C meskipun sudah diberi panas?
11. Berapa jumlah energi yang diperlukan untuk menguapkan seblok es batu?
12. Mengapa air yang dipanaskan secara terus menerus akan habis?
13. Mengapa kabel listrik terlihat kembang saat pagi hari dan kendur saat siang hari? Apa hubungan fisika di balik fenomena ini?
14. Rel kereta harus diberi celah saat dipasang. Apa yang akan terjadi jika tidak diberi celah?
15. Pernahkah kamu melihat tutup botol kaca yang sulit dibuka lalu menjadi mudah setelah disiram air panas? Mengapa bisa begitu?
16. Mengapa pada saat kepanasan seseorang cenderung membuat api unggun untuk menghangatkan badan?
17. Mengapa tanganmu terasa panas saat memegang sendok logam yang dicelupkan ke dalam teh panas? Apa jenis perpindahan kalor yang terjadi?
18. Apa yang menyebabkan asap dari api unggun naik ke atas? Apakah ini ada kaitannya dengan jenis perpindahan kalor tertentu?

IV MODEL PEMBELAJARAN

Pendekatan : Saintifik
 Model : Pembelajaran langsung (*Direct intructions*)
 Metode : Ceramah, Demonstrasi, Latihan soal

V SARANA DAN PRASARANA

Sarana dan Prasarana	Media Ajar
7. Laptop 8. LCD 9. Papan tulis 10. Spidol	Modul Ajar

V MATERI AJAR

No	Pertemuan	Materi
1	Pertemuan 1	Materi suhu, termometer, dan skala suhu
2	Pertemuan 2	Materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor
3	Pertemuan 3	Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor
4	Pertemuan 4	Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume)
4	Pertemuan 5	Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi

VI Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan I

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka pembelajaran		3 menit
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	7 menit
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi suhu dan kalor	Siswa mendengarkan apersepsi dari guru terkait dengan materi suhu dan kalor	
	Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. Contoh : Pertanyaan pemantik tercantum dalam bagian III LKPD	Siswa menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan kemampuan masing masing	
	Penyajian Materi dan Demonstasi		
	Guru menjelaskan secara terperinci materi suhu, termometer, dan konversi skala termometer kepada siswa	Siswa mendengarkan dengan seksama penyampaian materi dari guru	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	Guru menghubungkan materi yang diajarkan dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari	Siswa mendengarkan hubungan materi yang sedang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari yang dijelaskan oleh guru	40 menit
	Guru melaksanakan demonstrasi terkait dengan materi suhu (Hubungan antara jumlah kalor terhadap kenaikan suhu benda)	Siswa mendengarkan dan mencermati terkait demonstrasi materi yang dilakukan oleh guru	
	Memeriksa Pemahaman Siswa		
	Guru memberikan pertanyaan kepada siswa terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi skala termometer untuk mengecek bagaimana materi yang belum dipahami	Siswa memberikan feedback berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru	15 menit
	Memberikan Latihan Soal Terbimbing		
	Guru memberikan Latihan soal kepada siswa dalam bentuk LKPD	Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru	10 menit
	Guru membimbing siswa untuk mengerjakan LKPD yang sudah diberikan	Siswa yang kurang paham dibimbing oleh guru untuk mengerjakan LKPD	
	Memberikan Latihan Soal Mandiri		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan Latihan soal secara mandiri kepada siswa	Siswa mengerjakan soal secara mandiri	10 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru meminta siswa secara acak untuk mengerjakan soal di ke depan	Siswa yang ditunjuk/mengajukan diri mengerjakan soal ke depan.	4 menit
	Guru memberikan <i>rewards</i> kepada siswa yang berani tampil untuk mengerjakan soal ke depan	.Siswa yang mengerjakan soal diberikan <i>rewards</i> berupa mr star kepada siswa	
	Mengakhiri pembelajaran		
	Guru memberikan refleksi terkait dengan materi suhu, termometer, dan konversi termometer	Siswa mendengarkan refleksi dari guru terkait dengan pembelajaran yang sudah berlangsung	1 menit
	Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa bersama untuk menutup pembelajaran	
	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	

2. Pertemuan II

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	3 menit
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	Siswa mendengarkan apersepsi dari guru terkait dengan materi materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	7 menit
Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. Contoh : Pertanyaan pemantik tercantum dalam bagian III LKPD	Siswa menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan kemampuan masing		
Penyajian Materi dan Demonstasi			
	Guru menjelaskan secara terperinci materi materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	Siswa mendengarkan dengan seksama penyampaian materi dari guru	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	Guru menghubungkan materi yang diajarkan dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari	Siswa mendengarkan hubungan materi yang sedang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari yang dijelaskan oleh guru	40 menit
	Guru melaksanakan demonstrasi terkait dengan materi materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor (Praktikum hubungan antara kalor, kalor jenis terhadap kenaikan suhu)	Siswa mendengarkan dan mencermati dengan seksama terkait demonstrasi materi yang dilakukan oleh guru	
	Mengecek Pemahaman Siswa		
	Guru memberikan pertanyaan kepada siswa terkait dengan materi suhu, termometer dan konversi skala termometer untuk mengecek bagai materi yang belum dipahami	Siswa memberikan feedback berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru	15menit
	Memberikan Latihan Soal Terbimbing		
	Guru memberikan Latihan soal kepada siswa dalam bentuk LKPD	Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru	10 menit
	Guru membimbing siswa untuk mengerjakan LKPD yang sudah diberikan	Siswa yang kurang paham dibimbing oleh guru untuk mengerjakan LKPD	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Memberikan Latihan Soal Mandiri		
	Guru memberikan Latihan soal secara mandiri kepada siswa	Siswa mengerjakan soal secara mandiri	10 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru meminta siswa secara acak untuk mengerjakan soal di ke depan	Siswa yang ditunjuk/mengajukan diri mengerjakan soal ke depan.	4 menit
	Guru memberikan <i>rewards</i> kepada siswa yang berani tampil untuk mengerjakan soal ke depan	.Siswa yang mengerjakan soal diberikan <i>rewards</i> berupa mr star kepada siswa	
	Mengakhiri pembelajaran		
	Guru memberikan refleksi terkait dengan materi kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor	Siswa mendengarkan refleksi dari guru terkait dengan pembelajaran yang sudah berlangsung	1 menit
	Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa bersama untuk menutup pembelajaran	
	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	

3. Pertemuan III

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Membuka pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	3 menit
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor	Siswa mendengarkan apersepsi dari guru terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor	7 menit
	Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. Contoh : Pertanyaan pemantik tercantum dalam bagian III LKPD	Siswa menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan kemampuan masing	
Penyajian Materi dan Demonstasi			
	Guru menjelaskan secara terperinci materi	Siswa mendengarkan dengan seksama	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor	penyampaian materi dari guru	40 menit
	Guru menghubungkan materi yang diajarkan dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari	Siswa mendengarkan hubungan materi yang sedang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari yang dijelaskan oleh guru	
	Guru melaksanakan demonstrasi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor (demonstrasi praktikum kesetimbangan termal dan mencari nilai kalor jenis zat yang belum diketahui)	Siswa mendengarkan dan mencermati dengan seksama terkait demonstrasi materi yang dilakukan oleh guru	
	Mengecek Pemahaman Siswa		
	Guru memberikan pertanyaan kepada siswa terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor untuk mengecek bagaimana materi yang belum dipahami	Siswa memberikan <i>feedback</i> berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru	15menit
	Memberikan Latihan Soal Teribimbing		
	Guru memberikan Latihan soal kepada siswa dalam bentuk LKPD	Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru	10 menit

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru membimbing siswa untuk mengerjakan LKPD yang sudah diberikan	Siswa yang kurang paham dibimbing oleh guru untuk mengerjakan LKPD	
	Memberikan Latihan Soal Mandiri		
	Guru memberikan Latihan soal secara mandiri kepada siswa	Siswa mengerjakan soal secara mandiri	10 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru meminta siswa secara acak untuk mengerjakan soal di ke depan	Siswa yang ditunjuk/mengajukan diri mengerjakan soal ke depan.	4 menit
	Guru memberikan <i>rewards</i> kepada siswa yang berani tampil untuk mengerjakan soal ke depan	Siswa yang mengerjakan soal diberikan <i>rewards</i> berupa mr star kepada siswa	
	Mengakhiri pembelajaran		
	Guru memberikan refleksi terkait dengan materi Asas Black dan Perubahan wujud akibat kalor	Siswa mendengarkan refleksi dari guru terkait dengan pembelajaran yang sudah berlangsung	1 menit
	Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa bersama untuk menutup pembelajaran	
	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	

3. Pertemuan ke IV

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	3 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
	Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume)	Siswa mendengarkan apersepsi dari guru terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume)	7 menit
Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa. Contoh : Pertanyaan pemantik tercantum dalam bagian III LKPD	Siswa menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan kemampuan masing masing		

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Kegiatan inti	Penyajian Materi dan Demonstasi		
	Guru menjelaskan secara terperinci materi Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume) kepada siswa	Siswa mendengarkan dengan seksama penyampaian materi dari guru	40 menit
	Guru menghubungkan materi yang diajarkan dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari	Siswa mendengarkan hubungan materi yang sedang dipelajari dengan kehidupan sehari hari yang dijelaskan oleh guru	
	Mengecek Pemahaman Siswa		
Guru memberikan pertanyaan kepada siswa terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume) untuk mengecek bagain materi yang belum dipahami	Siswa memberikan feedback berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru	15menit	
Memberikan Latihan Soal Teribimbing			

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan Latihan soal kepada siswa dalam bentuk LKPD	Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru	10 menit
	Guru membimbing siswa untuk mengerjakan LKPD yang sudah diberikan	Siswa yang kurang paham dibimbing oleh guru untuk mengerjakan LKPD	
	Memberikan Latihan Soal Mandiri		
	Guru memberikan Latihan soal secara mandiri kepada siswa	Siswa mengerjakan soal secara mandiri	10 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru meminta siswa secara acak untuk mengerjakan soal di ke depan	Siswa yang ditunjuk/mengajukan diri mengerjakan soal ke depan.	4 menit
	Guru memberikan <i>rewards</i> kepada siswa yang berani tampil untuk mengerjakan soal ke depan	.Siswa yang mengerjakan soal diberikan <i>rewards</i> berupa mr star kepada siswa	
	Mengakhiri pembelajaran		
	Guru memberikan refleksi terkait dengan materi Pemuaian zat padat (Panjang luas dan volume)	Siswa mendengarkan refleksi dari guru terkait dengan pembelajaran yang sudah berlangsung	1 menit
	Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa bersama untuk menutup pembelajaran	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	

5. Pertemuan V

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
Pendahuluan	Membuka pembelajaran		
	Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	Siswa mengucapkan salam kepada guru	3 menit
	Guru dan siswa melaksanakan doa Bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa Bersama guru yang dipimpin oleh ketua kelas	
	Guru menanyakan kesiapan siswa untuk mengikuti pembelajaran	Guru menjawab kesiapan dalam mengikuti pembelajaran di kelas.	
	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa		
Guru membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa dan memberikan apersepsi terkait dengan materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi	Siswa mendengarkan apersepsi dari guru terkait dengan materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi	7 menit	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	<p>Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa terkait materi yang akan diajarkan untuk mengecek pengetahuan awal siswa.</p> <p>Contoh :</p> <p>Pertanyaan pemantik tercantum dalam bagian III LKPD</p>	<p>Siswa menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan kemampuan masing</p>	
Kegiatan inti	Penyajian Materi dan Demonstasi		
	<p>Guru menjelaskan secara terperinci materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi</p>	<p>Siswa mendengarkan dengan seksama penyampaian materi dari guru</p>	40 menit
	<p>Guru menghubungkan materi yang diajarkan dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>Siswa mendengarkan hubungan materi yang sedang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari yang dijelaskan oleh guru</p>	
	<p>Guru melaksanakan demonstrasi terkait dengan materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi (Proses perpindahan secara konduksi, konveksi dan radiasi)</p>	<p>Siswa mendengarkan dan mencermati terkait demonstasi materi yang dilakukan oleh guru</p>	
Mengecek Pemahaman Siswa			

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Guru memberikan pertanyaan kepada siswa terkait dengan materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi untuk mengecek bagain materi yang belum dipahami	Siswa memberikan feedback berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru	15menit
	Memberikan Latihan Soal Teribimbing		
	Guru memberikan Latihan soal kepada siswa dalam bentuk LKPD	Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru	10 menit
	Guru membimbing siswa untuk mengerjakan LKPD yang sudah diberikan	Siswa yang kurang paham dibimbing oleh guru untuk mengerjakan LKPD	
	Memberikan Latihan Soal Mandiri		
	Guru memberikan Latihan soal secara mandiri kepada siswa	Siswa mengerjakan soal secara mandiri	10 menit
Penutup	Evaluasi		
	Guru meminta siswa secara acak untuk mengerjakan soal di ke depan	Siswa yang ditunjuk/mengajukan diri mengerjakan soal ke depan.	4 menit
	Guru memberikan <i>rewards</i> kepada siswa yang berani tampil untuk mengerjakan soal ke depan	.Siswa yang mengerjakan soal diberikan <i>rewards</i> berupa mr star kepada siswa	

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran		Waktu
	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	
	Mengakhiri pembelajaran		
	Guru memberikan refleksi terkait dengan materi Perpindahan kalor secara konduksi, koveksi, dan radiasi	Siswa mendengarkan refleksi dari guru terkait dengan pembelajaran yang sudah berlangsung	1 menit
	Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas	Siswa melaksanakan doa bersama untuk menutup pembelajaran	
	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	Guru dan siswa mengucapkan salam penutup pembelajaran	

VII. Assesmen

Asesmen
Penilaian hasil belajar dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan atau kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi atau penilaian portofolio

VIII Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah kegiatan membuka pembelajaran bisa mempersiapkan dan mengarahkan siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik?	
2	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh peserta didik?	
3	Apakah peserta didik memberikan respon positif terhadap pertanyaan pertanyaan yang diberikan?	

4	Apakah pelaksanaan pembelajaran hari ini dapat memberikan semangat kepada peserta didik untuk lebih antusias dalam pembelajaran selanjutnya?	
---	--	--

IX Refleksi Siswa

H. Refleksi Siswa			
No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian sudah mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah kalian sudah memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat kalian lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		

X Remedial dan Pengayaan

C. Kegiatan remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target pendidik melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

D. Kegiatan Pengayaan

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

XI. Lampiran

Lampiran 1 : materi Ajar

Lampiran 2 : LKPD

Lampiran 1 : Materi Ajar

SUHU DAN KALOR

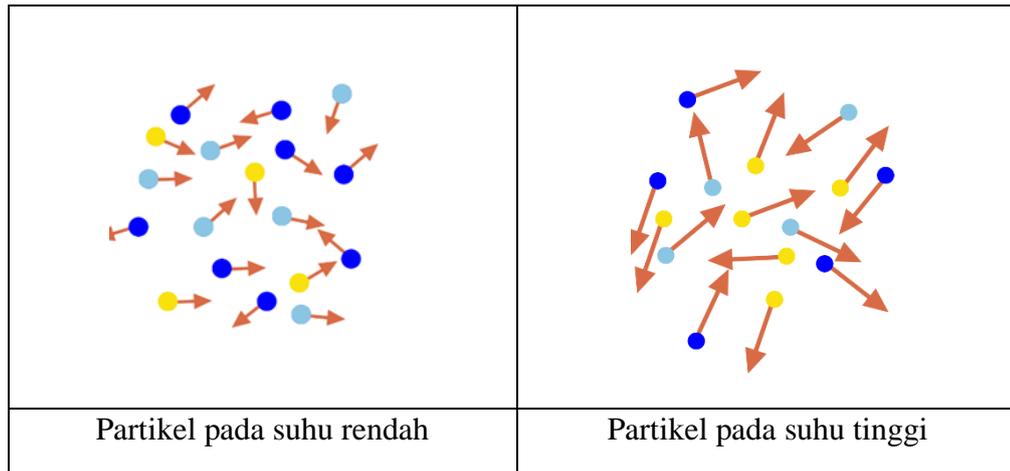
A. PENGERTIAN SUHU

Di SMP kalian pasti sudah mempelajari tentang jenis-jenis zat, padat, cair, dan gas kan ? Setiap zat memiliki susunan partikel yang berbeda-beda. Setiap partikel penyusun zat mengalami getaran. Getaran partikel-partikel zat menghasilkan energi kinetik yang sebanding dengan panas zat. Bila suatu zat bertambah panas, maka energi kinetik rata rata partikel zat tersebut juga bertambah besar.



Gambar 1 : Cuaca Terik Pada Siang Hari

Sangatlah mudah untuk menambah energi kinetik rata-rata partikel dalam zat. Misalnya, pukullah sekeping uang logam dengan palu, kemudian segera sentuh. Uang logam akan terasa hangat. Hal ini disebabkan pukulan palu yang menyebabkan partikel-partikel dalam uang bergerak lebih cepat dan bertabrakan. Jadi, suatu zat baik padat, cair maupun gas akan menjadi lebih hangat karena partikel-partikelnya bergerak lebih cepat, sehingga menghasilkan energi kinetik rata-rata partikel lebih besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suhu adalah ukuran kelajuan gerak partikel-partikel dalam suatu zat atau ukuran energi kinetik rata-rata partikel dalam suatu zat. Suhu adalah besaran fisis. Ketika suatu sistem berada dalam keseimbangan termal dengan sistem lainnya, suhu menunjukkan energi kinetik yang dimiliki bersama oleh kedua sistem tersebut. Jika suatu materi dipanaskan, maka energi kinetik atom atau molekulnya akan meningkat, yang mengindikasikan bahwa partikel-partikel tersebut bergerak lebih cepat.



Gambar 2 : Gerak partikel Pada Suhu Berbeda

Suhu adalah besaran fisika yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Secara mikroskopis, suhu berhubungan dengan energi kinetik rata-rata partikel-partikel penyusun suatu zat—semakin tinggi suhu suatu benda, semakin cepat gerakan partikel-partikelnya. Fenomena suhu dapat kita amati dalam kehidupan sehari-hari, seperti ketika air mendidih saat dipanaskan, tubuh terasa panas ketika demam, atau tangan terasa dingin saat menyentuh es. Perbedaan suhu antara dua benda dapat menyebabkan terjadinya aliran kalor dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Misalnya, saat kita menuangkan air panas ke dalam gelas kaca, panas dari air akan mengalir ke gelas hingga keduanya mencapai suhu yang seimbang. Fenomena ini menunjukkan bahwa suhu berperan penting dalam berbagai proses fisika dan kehidupan sehari-hari. Suhu memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan, industri, meteorologi, dan penelitian ilmiah. Dalam bidang kesehatan, suhu tubuh digunakan sebagai indikator kondisi kesehatan seseorang, sedangkan dalam industri, suhu dikontrol untuk memastikan proses produksi berjalan dengan optimal. Di bidang meteorologi, suhu udara menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan kondisi cuaca dan iklim suatu wilayah.

B. TERMOMETER

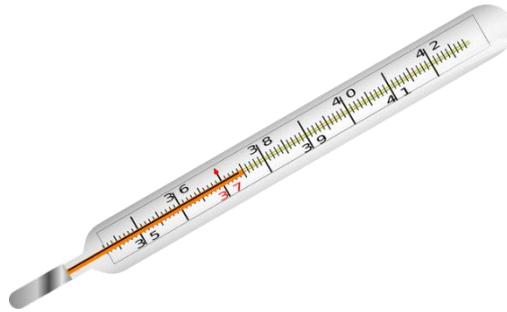
Ketika kalian menyentuh dua zat cair dengan tangan. Misalnya, air hangat dan es. Ketika tangan kalian dimasukkan ke dalam air hangat, kalian akan merasakan hangat. Sebaliknya, ketika tangan kalian menyentuh es, kalian akan merasa dingin. Akan tetapi, dapatkah kalian menentukan suhu zat dengan sentuhan atau perasaan? Perasaan tidak dapat digunakan sebagai alat ukur suhu yang baik karena tidak dapat menyatakan tingkat derajat suhu suatu benda. Untuk mengukur suhu suatu benda dengan tepat, kita menggunakan alat ukur yang disebut termometer. Termometer adalah alat untuk mengukur suhu. Termometer dibuat berdasarkan sifat termometrik suatu zat. Sifat termometrik adalah sifat-sifat benda yang dapat berubah akibat terjadinya perubahan suhu pada benda tersebut. Beberapa sifat termometrik suatu zat, antara lain dalam pemuai zat cair dalam pipa kapiler, perubahan hambatan listrik kawat platina, Gambar 2. Termometer Galileo pemuai keping bimetal, dan perubahan tekanan gas pada volume tetap. Ide pertama penggunaan termometer adalah Galileo, yang menggunakan pemuai gas seperti gambar 3



Gambar 3

Termometer Galileo

Termometer yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah Termometer yang terbuat dari tabung kaca berisi zat cair seperti pada gambar 4.



Gambar 4
Termometer Zat Cair

Salah satu sifat termometrik dari zat cair adalah adanya perubahan volume, yaitu memuai apabila dipanaskan dan menyusut apabila didinginkan. Zat cair yang paling banyak digunakan sebagai pengisi termometer adalah alkohol dan raksa. Alkohol dan raksa dipilih karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan zat lainnya.

5. Kelebihan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain :
 - a. Pemuaiannya teratur
 - b. Memiliki koefisien muai yang besar
 - c. Memiliki titik beku yang rendah, yaitu -115°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang rendah.
6. Kelemahan Alkohol Sebagai Zat Termometrik Antara Lain:
 - a. Membasahi dinding kaca
 - b. Memiliki titik didih rendah, yaitu 80°C sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu tinggi, dan kalor jenisnya tinggi sehingga membutuhkan energi yang besar untuk menaikkan suhu.

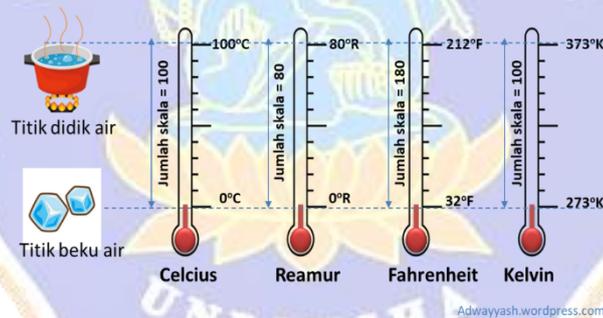
Adapun kelebihan dan kekurangan raksa dipilih sebagai zat termometrik adalah sebagai berikut;

5. Kelebihan raksa sebagai zat termometrik, antara lain
 - a. Warnanya mengkilap sehingga mudah dilihat
 - b. Tidak membasahi dinding kaca
 - c. Pemuaiannya teratur
 - d. Mudah menyesuaikan dengan suhu sekitarnya, dan
 - e. Titik didihnya tinggi, yaitu 357°C sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu yang tinggi

6. Kelamahan raksa sebagai zat termometrik, antara lain:
 - a. Raksa memiliki harga yang relative mahal
 - b. Raksa tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu yang sangat rendah karena titik bekunya tinggi
 - c. Raksa termasuk zat beracun sehingga termometer raksa berbahaya jika tabungnya pecah

C. SKALA TERMOMETER

Bagaimana skala pada termometer dibuat? Skala pada termometer berdasarkan dua titik acuan, yaitu titik tetap atas dan titik tetap bawah. Pada umumnya titik tetap bawah ditentukan berdasarkan titik lebur es murni (suhu es yang sedang mencair) pada tekanan 1 atmosfer. Sementara itu, titik tetap atas ditentukan berdasarkan titik didih air murni (suhu air murni yang sedang mendidih) pada tekanan 1 atmosfer. Rentang antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi beberapa bagian (skala). Ada 4 macam skala termometer yaitu sebagai berikut :



Gambar 5

Skala Termometer

Keempat skala tersebut memiliki perbedaan dalam pengukuran suhunya. Berikut rentang suhu yang dimiliki setiap skala.

- i. Termometer skala Celsius

Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C. Rentang suhunya berada pada suhu 0°C– 100°C dan dibagi dalam 100 skala
- j. Termometer skala Reamur

Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R. Rentang suhunya berada pada suhu 0°R– 80°R dan dibagi dalam 80 skala

k. Termometer skala Fahrenheit

Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F . Rentang suhunya berada pada suhu 32°F – 212°F dan dibagi dalam 180 skala

l. Termometer skala Kelvin

Memiliki titik didih air $373,15\text{ K}$ dan titik bekunya $273,15\text{ K}$. Rentang suhu ya berada pada suhu $273,15\text{ K}$ – $373,15\text{ K}$ dan dibagi dalam 100 skala.

Secara singkat dapat dijelaskan dalam tabel dibawah ini!

Tabel 1
Skala Suhu

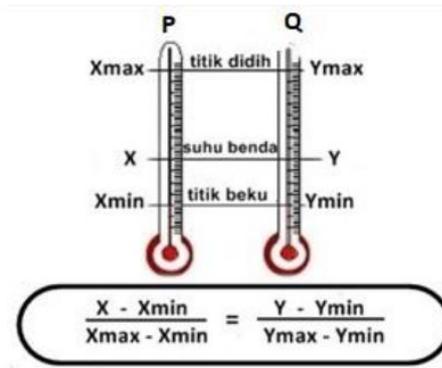
No.	Termometer	Titik tetap bawah	Titik tetap atas	Jumlah skala
1	Celcius	0°C	100°C	100
2	Reamur	0°R	80°C	80
3	Fahrenheit	32°F	212°F	180
4	Kelvin	273 K	373 K	100

Konversi antara skala termometer dapat dijelaskan dalam gambar berikut ini

Tabel 2
Konversi Skala Suhu

	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:

**Contoh soal**

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F . Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin! Jawab Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{5}{9}(F - 32) + 273 \\
 &= \frac{5}{9}(95 - 32) + 273 \\
 &= 35 + 273 \\
 &= 308 \text{ K}
 \end{aligned}$$

D. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN SUHU ZAT

"Peristiwa ini sering kita alami saat menyajikan minuman dingin. Tanpa kita sadari, kita sedang menyaksikan penerapan konsep fisika, yaitu perpindahan kalor dan perubahan wujud zat. Fenomena ini sangat cocok dijadikan contoh sederhana dalam memahami hukum kekekalan energi kalor."



Gambar 6

Fenomena fisika dalam kehidupan sehari hari

Kalian dapat memberikan kalor pada suatu zat, yaitu dengan cara jika sebuah benda dipanaskan, suhu benda akan naik. Sebaliknya, kalian dapat mengurangi kalor suatu benda dengan cara mendinginkannya. Dengan demikian, salah satu akibat pemberian atau pengambilan kalor adalah perubahan suhu

7. Pengertian Kalor

Sendok yang digunakan untuk menyeduh kopi panas, akan terasa hangat. Leher Anda jika disentuh akan terasa hangat. Apa sebenarnya yang berpindah dari kopi panas ke sendok dan dari leher ke syaraf kulit? sesuatu yang berpindah tersebut merupakan energi/kalor

Pada dasarnya kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel-partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel tetangga yang bersuhu rendah. Oleh karena kalor merupakan salah satu bentuk energi maka Satuan SI untuk kalor adalah Joule (J). sebelum diketahui bahwa kalor merupakan salah satu bentuk energi, orang sudah membuat satuan dari kalor yaitu kalori. Secara umum, 1 kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram zat sebesar 1°C .

8. Kalor Jenis

Jika suatu zat menerima kalor, suhu zat tersebut akan naik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa besarnya kenaikan suhu dari zat berbanding

lurus dengan banyaknya kalor yang diterima oleh zat tersebut, dan berbanding terbalik dengan massa zat. Besarnya kalor untuk menaikkan suhu satu satuan massa zat bergantung pada jenis zat. Oleh karena itu, kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1oC. Berdasarkan defenisi tersebut maka hubungan antara banyaknya kalor yang diserapkan oleh suatu benda dan kalor jenis benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut

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

Dengan :

Q = jumlah kalor (J)

m = massa (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

Alat yang digunakan untuk mengukur kalor jenis suatu zat adalah kalorimeter. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa perubahan suhu yang diakibatkan oleh jumlah kalor yang sama pada zat yang berbeda adalah tidak sama. Dengan demikian, setiap zat memiliki kalor jenis tertentu. Sebagai contoh, 1 kg air dan 1 kg minyak goreng masing-masing diberikan kalor yang sama banyaknya, ternyata kenaikan suhu minyak goreng jauh lebih tinggi daripada kenaikan suhu air. Hal tersebut disebabkan air memiliki kalor jenis yang jauh lebih besar dibanding minyak goreng. Jadi, untuk membedakan zat zat dalam hubungannya dengan penyerapan kalor, digunakan konsep kalor jenis. Suatu zat yang memiliki kalor jenis besar, akan sulit mengalami kenaikan suhu ketika dipanaskan.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

Air sebanyak 3 kg bersuhu 10 °C dipanaskan hingga bersuhu 35°C. Jika kalor jenis 4.186 J/kg°C

Maka tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Berdasarkan soal Diketahui :

$$m = 3kg$$

$$\Delta T = 35 - 10 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$c = 4.186 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

Ditanya : Q

Penyelesaian

$$Q = m c \Delta T$$

$$Q = 3.4186.25$$

$$Q = 313.950$$

9. Kapasitas Kalor

Sebelumnya telah dijelaskan pengertian kalor jenis. Kalor jenis merupakan ciri suatu zat, seperti halnya massa jenis. Pada persamaan sebelumnya terdapat faktor massa jenis dan kalor jenis. Untuk bejana (kalorimeter), mc dipandang satu kesatuan yang diberi nama khusus yaitu kapasitas kalor. Kapasitas kalor dapat diartikan sebagai kemampuan menerima atau melepaskan kalor dari suatu benda untuk perubahan suhu sebesar 1°C .

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C . Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut, dan sebanding dengan perubahan suhunya. Jadi, kapasitas kalor (C) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C .

Hubungan antara banyaknya kalor yang diserapkan oleh suatu benda dan kapasitas kalor yang diserap oleh suatu benda dan kapasitas benda serta kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut.

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

Keterangan

Q = jumlah kalor (J)

m = massa (kg)

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

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

Contoh Soal

Sebuah benda bermassa 5 liter memerlukan kalor sebesar 1 kalori untuk menaikkan suhu sebesar 20°C . Berapa besar kapasitas kalor benda tersebut?

Jawab

Diketahui

$$m = 5 \text{ l} = 5 \text{ kg}$$

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

$$Q = 1 \text{ kal}$$

Ditanya : C?

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{1 \text{ kal}}{20^{\circ}\text{C}} = \frac{4200}{20^{\circ}\text{C}} = 210 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$$

E. PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN WUJUD ZAT

Kalor yang diserap oleh suatu zat tidak selalu menyebabkan suhunya naik. Kadang kala kalor yang diserap suatu zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Ada zat yang dapat mengalami perubahan wujud. Misalnya es dipanaskan akan mencair, dan air yang didinginkan akan membeku.

Zat dapat berada dalam tiga wujud yaitu wujud padat, cair, dan gas. Akibat pengaruh suhu yang dimiliki oleh zat, zat dapat berada dalam ketiga wujud tersebut. Pada saat terjadi perubahan wujud. Misalnya dari padat menjadi cair atau sebaliknya. Dan dari cair menjadi gas atau sebaliknya, selalu perubahan wujud tidak disertai dengan perubahan suhu. Jadi, saat terjadi perubahan wujud, suhu tersebut tetap.

1. Proses Melebur dan Membeku

Perubahan wujud zat dari padat menjadi cair disebut mencair atau melebur. Sebaliknya perubahan wujud zat dari cair menjadi padat disebut membeku.

Pada gambar 7 Dari grafik dapat diamati, es pada suhu -5°C menyerap kalor sehingga suhu es naik menjadi 0°C (tetap berwujud es). Kemudian, es pada suhu 0°C dipanaskan atau diberikan kalor, dan ternyata suhu es tidak mengalami

perubahan tetapi es berubah wujud menjadi air. Kemudian, air pada suhu 0°C dipanaskan sehingga mengalami kenaikan suhu.

Kalor yang dibutuhkan untuk melebur disebut kalor lebur (laten), sedangkan kalor yang dilepaskan ketika zat membeku disebut kalor beku. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor lebur = kalor beku. Jadi, kalor lebur suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan oleh satu satuan zat untuk melebur seluruhnya pada titik leburnya

Jika suatu zat massanya m kg, untuk melebur seluruhnya dibutuhkan kalor sebesar Q joule. Berdasarkan definisi ini, kalor lebur (L) zat tersebut ditulis menjadi;

$$L=Q/m \text{ atau } Q = m L$$

Dari persamaan tersebut, dapat ditentukan satuan dari kalor lebur adalah joule per kilogram atau J/kg . Setiap jenis zat memiliki kalor lebur atau kalor beku yang berbeda-beda tergantung pada jenis zatnya. Misalnya, kalor lebur es berbeda dengan kalor lebur alkohol atau kalor lebur raksa

Contoh Soal

Diketahui kalor lebur es 336.000 J/kg . Tentukanlah besarnya kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan 100 gr es pada titik leburnya.

Jawab:

Diketahui :

$$L = 336.000 \text{ J/kg}$$

$$m = 0,1 \text{ kg}$$

Ditanya

$Q?$

$$Q = m.L = (0,1) (336.000 \text{ J/kg}) = 33.600 \text{ J}$$

2. Proses Menguap dan Mengembun

Menguap merupakan proses perubahan wujud dari cair menjadi uap. Peristiwa menguap sangat penting bagi kehidupan di bumi. Air di permukaan laut dan dipermukaan bumi menguap karena pengaruh pemanasan oleh sinar matahari. Setelah uap karena mencapai keadaan jenuh di udara, akan terjadi

proses pengembunan, dan akan turun kembali ke bumi menjadi hujan. Jadi, tanpa adanya proses penguapan tidak akan ada hujan, sungai, dan danau pun akan kering. Tumbuhan dan makhluk hidup lainnya tidak dapat melangsungkan kehidupan.

Ketika kalian memanaskan air pada tekanan 1 atmosfer, air akan mendidih pada suhu 100°C . Jika air tersebut terus dipanaskan, kalor yang diserapkan oleh air bukan untuk menaikkan suhunya, melainkan untuk mengubah wujud air menjadi uap pada suhu tetap 100°C . pada waktu mendidih, akan terjadi penguapan dari seluruh bagian zat cair. Hal tersebut dapat dilihat dari gelembung-gelembung yang timbul pada seluruh bagian zat cair. Jadi, mendidih adalah proses penguapan yang terjadi di seluruh bagian zat cair. Selama mendidih, suhu zat cair tetap. Suhu ini disebut titik didih zat. Pada umumnya, titik didih zat cair diukur pada tekanan 1 atmosfer. Titik didih tersebut disebut titik didih normal. Setiap zat memiliki titik didih normal yang berbeda dengan zat lainnya.

Setiap zat membutuhkan kalor yang berbeda untuk menguap. Untuk menguap 1 kg air dibutuhkan kalor yang berbeda dengan untuk menguap 1 kg alkohol. Besar kalor yang digunakan untuk menguap zat disebut kalor laten penguapan atau kalor uap (U). Kalor uap suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan oleh suatu satuan massa zat untuk menguap pada titik uapnya. Kebalikan dari proses penguapan adalah pengembunan. Pada proses pengembunan terjadi pembebasan kalor. Artinya, pada proses pengembunan, zat tersebut membebaskan atau melepaskan kalor. Besarnya kalor yang dibebaskan oleh suatu zat ketika terjadi pengembunan disebut kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat berbeda akan memiliki kalor laten pengembunan atau kalor embun. Setiap zat yang berbeda akan memiliki kalor embun yang berbeda pula. Kalor embun suatu zat didefinisikan sebagai kalor yang dilepaskan oleh satu satuan massa zat untuk mengembun pada titik embunnya.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kalor yang dibutuhkan ketika suatu zat menguap sama dengan kalor yang dilepaskan ketika zat tersebut mengembun. Oleh karena itu, kalor uap suatu zat sama dengan kalor embunya. Jika suatu zat massanya m kg, untuk menguap pada titik didihnya, diperlukan kalor sebesar Q

joule. Berdasarkan definisi kalor uap (U), saat zat tersebut menguap, akan berlaku persamaan.

$$U = Q/m \text{ atau } Q = m \cdot U$$

Contoh soal Tentukan banyak kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan 0,5 kg air pada suhu 100°C sehingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C . (kalor uap air = $2.260.000 \text{ J/kg}$)

Jawab

Diketahui : $U = 2.260.000$

$$M = 0,5$$

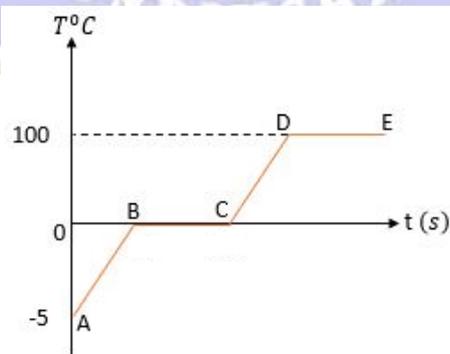
Ditanya : Q

$$Q = m \cdot U = (0,5\text{kg}) (2.260.000 \text{ J/kg})$$

$$Q = 1.130.000 \text{ J}$$

F. HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU DAN PERUBAHAN WUJUD

Grafik hubungan antara penyerapan kalor (Q) dan perubahan suhu yang dialami oleh air, mulai dari wujud es pada suhu $-T_1$ hingga seluruhnya menjadi uap pada suhu 100°C , sehingga dapat digambarkan grafik sebagai berikut.



Gambar 7

Grafik Perubahan Suhu dan Perubahan Wujud

Perhatikan Gambar 6 yang menunjukkan proses perubahan suhu dan wujud zat pada sebuah es. Dari gambar tersebut terdapat proses perubahan suhu dan wujud zat yang terjadi, yakni sebagai berikut.

- i. Proses A– B merupakan proses kenaikan suhu dari sebungkah es. Pada proses kenaikan suhu ini, grafik yang terjadi adalah linear. Pada grafik AB, kalor digunakan untuk menaikkan suhu.

$$Q = m c \Delta T$$

- j. Proses B– C merupakan proses perubahan wujud zat dari es menjadi air. Pada grafik BC, kalor tidak digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu benda, tetapi hanya digunakan untuk mengubah wujud zat benda tersebut, yakni dari wujud es menjadi air.

$$Q = m \cdot L$$

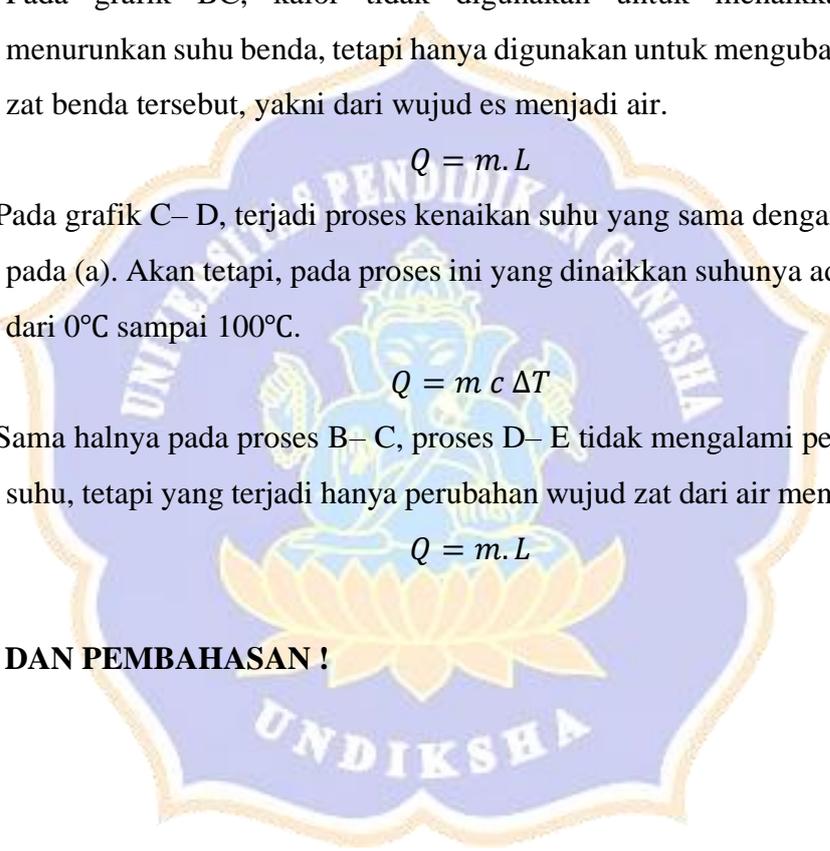
- k. Pada grafik C– D, terjadi proses kenaikan suhu yang sama dengan proses pada (a). Akan tetapi, pada proses ini yang dinaikkan suhunya adalah air dari 0°C sampai 100°C.

$$Q = m c \Delta T$$

- l. Sama halnya pada proses B– C, proses D– E tidak mengalami perubahan suhu, tetapi yang terjadi hanya perubahan wujud zat dari air menjadi uap

$$Q = m \cdot L$$

SOAL DAN PEMBAHASAN !



Contoh soal

Tentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 0,2 kg es dari -10°C hingga seluruhnya menjadi air bersuhu 50°C . Diketahui kalor lebur es 336.000 J/kg , kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, dan kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Dik : } m_c &= 0,2 \text{ kg} & L_{es} &= 336.000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \\ T_0 &= -10^{\circ}\text{C} & c_{es} &= 2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \\ T_1 &= 50^{\circ}\text{C} & c_{air} &= 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Dit : $Q_{\text{total}} \approx \dots?$

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4,2 \text{ kJ} + 67,2 \text{ kJ} + 42 \text{ kJ} = 113,4 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T_{es} = (0,2 \text{ kg})(2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C})(10^{\circ}\text{C}) = 4200 \text{ J} = 4,2 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = m_{es} L_{es} = (0,2 \text{ kg})(336.000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}) = 67.200 \text{ J} = 67,2 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T_{air} = (0,2 \text{ kg})(4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C})(50^{\circ}\text{C}) = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

G. ASAS BLACK

Pada materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa kalor berpindah dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama antara kedua zat tersebut. Suhu akhir yang terbentuk disebut suhu termal (seimbang)

Ketika mencampurkan air panas dengan air dingin, kalor yang dilepaskan air panas akan sama besar dengan kalor yang diserap oleh air yang dingin. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah sehingga prinsip ini termasuk prinsip hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi pada pertukaran kalor dirumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728-1899). Oleh karena itu, pernyataan tersebut dikenal sebagai asas Black. Joseph Black merumuskan perpindahan kalor antara dua zat yang membentuk suhu termal sebagai berikut;

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

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

$$m_l \cdot c_l \cdot \Delta T_l = m_t \cdot c_t \cdot \Delta T_t$$

$$m_l \cdot c_l \cdot (T_l - T_{\text{termal}}) = m_t \cdot c_t \cdot (T_{\text{termal}} - T_2)$$

Keterangan :

m_l = massa benda yang melepas kalor

c_l = kalor jenis benda yang melepas kalor

ΔT_l = Besar perubahan suhu yang melepas kalor

m_t = massa benda yang menerima kalor

c_t = kalor jenis benda yang menerima kalor

ΔT_t = Besar perubahan suhu yang menerima kalor

T_{termal} = Suhu Campuran

Q_{lepas} = besar kalor yang diberikan

Q_{terima} = besar kalor yang diterima

Contoh Soal dan Pembahasan

Suatu hari Oming memasukan sebungkah es ke dalam sebuah wadah yang berisi air. Massa es dan air berturut turut adalah M gram dan 400 gram dengan suhu air dan es 0 °C dan 25 °C. Jika diasumsikan bejana tidak menyerap kalor. Jika kalor lebus es adalah 80 kal/g, kalor jenis air adalah 1 kal /g°C, semua es mencair dan suhu kesetimbangan termal sebesar 5°C maka massa es tersebut adalah

Penyelesaian

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

$$m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} = M \cdot L$$

$$400 \cdot 1 \cdot (25 - 5) = M \cdot 80$$

$$8000 = M \cdot 80$$

$$\frac{8000}{80} = M$$

$$100 \text{ gram} = m_{\text{es}}$$

H. PEMUAIAN PADA ZAT PADAT

"Jika rel kereta dipasang tanpa memperhitungkan pemuaian, pada siang hari yang panas rel bisa melengkung akibat suhu tinggi. Oleh karena itu, fisika berperan penting dalam rekayasa struktur yang aman dan tahan perubahan cuaca."



Gambar 8

Celah Pada Rel Kereta Api

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa setiap zat disusun oleh partikel-partikel kecil yang bergetar. Jika sebuah benda dipanaskan, partikel-partikel di dalamnya bergetar lebih kuat hingga saling menjauh, sehingga zat tersebut memuai. Jadi, pemuaian adalah bertambahnya ukuran suatu zat karena kenaikan suhu yang terjadi pada zat tersebut. Namun, jika benda didinginkan gerakan partikel-partikel akan melambat yang mengakibatkan partikel-partikel saling mendekat. Hal ini menyebabkan benda menyusut. Semakin panas suatu benda, maka semakin cepat gerakan antar partikel zat dan semakin besar pula pemuaian yang terjadi pada zat tersebut.

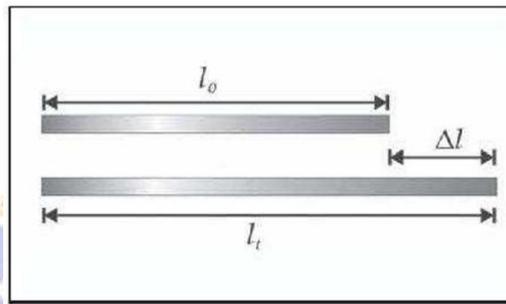
Setiap jenis zat mempunyai kemampuan memuai yang berbeda-beda. Gas misalnya memiliki kemampuan memuai lebih besar daripada zat cair dan zat padat. Pemuaian zat pada dasarnya terjadi ke segala arah. Namun, pada modul ini yang akan dibahas pemuaian panjang, luas, dan volume. Besar pemuaian bergantung pada ukuran awal zat, karakteristik bahan dan besar perubahan suhu zat.

1. Pemuaian Panjang

Jika zat padat dipanaskan, benda tersebut akan memuai ke segala arah. Hal ini berarti, ukuran panjang, luas, dan volume benda bertambah. Untuk zat padat yang berukuran panjang dengan luas penampang kecil seperti jarum rajut, kalian dapat memusatkan perhatian pada pertambahan panjangnya dan bisa mengabaikan pemuaian pada luas penampangnya. Pertambahan panjang pada

zat padat yang dipanaskan relatif kecil sehingga butuh ketelitian untuk mengetahuinya. Seperti pada Gambar 5.

Pada Gambar 8 terlihat bahwa sebuah zat padat yang memiliki panjang awal (L_0). Setelah dipanaskan benda tersebut mengalami pertambahan panjang sebesar ΔL , sehingga panjang akhirnya menjadi L . Ketika batang logam dipanaskan, zat padat tersebut akan memuai sehingga mendorong jarum penunjuk pada skala. Karena jenis



Gambar 9

Pemuaian Panjang Pada Logam

logamnya berbeda, pemuaian panjang logam juga berbeda. Hal tersebut menunjukkan muai panjang logam berbeda-beda. Misalnya, besi, aluminium, logam, tembaga, dan lain-lain. Walaupun dipanaskan dalam waktu yang sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan koefisien muai panjang yang dimiliki oleh setiap zat padat. Koefisien muai panjang adalah perbandingan antara pertambahan panjang terhadap panjang awal zat persatuan kenaikan suhu. Semakin besar koefisien muai panjang suatu zat, maka semakin besar pertambahan panjangnya. Demikian juga sebaliknya. Semakin kecil koefisien muai panjang suatu zat maka semakin kecil pertambahan panjangnya.

Secara matematis, koefisien muai panjang (α) suatu zat dinyatakan sebagai:

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

Sehingga besar perubahan panjang dapat dinyatakan:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔL = pertambahan panjang zat (m)

L = panjang akhir zat (m)

L_0 = panjang awal zat (m)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

T = suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 = suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)

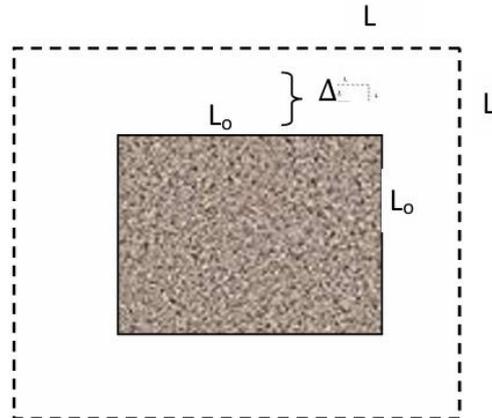
Jika perubahan suhu bernilai negatif maka perubahan panjang juga negatif, berarti zat memendek (menyusut). Koefisien muai panjang beberapa zat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Nilai koefisien muai panjang logam

No	Jenis logam	Koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)
1	Aluminium	0,000026
2	Baja	0,000011
3	Besi	0,000012
4	Emas	0,000014
5	Kaca	0,000009
6	Kuningan	0,000018
7	Tembaga	0,000017

2. Pemuai Luas

Jika suatu zat padat yang berbentuk persegi atau lempeng dipanaskan maka terjadi pemuai ke arah memanjang dan melebar. Dengan kata lain, zat tersebut mengalami pemuai luas. Apabila luas sebuah zat berbentuk lempeng yang bersuhu T_0 adalah A_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai sebesar ΔL .



Gambar 10

Lempeng logam jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian luas akhir zat adalah:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

$$\text{dan } \beta = 2\alpha$$

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔA = pertambahan luas zat (m^2)

A_0 = luas awal zat ($^{\circ}C$)

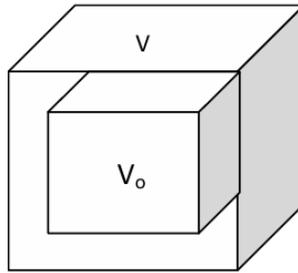
A = luas akhir zat ($^{\circ}C$)

β = koefisien muai luas ($/^{\circ}C$)

Jika perubahan suhu bernilai negatif, maka perubahan luas juga negatif berarti luas zat menyusut.

3. Pemuai volume

Jika zat padat berbentuk balok dipanaskan, maka akan terjadi pemuai dalam arah memanjang, melebar, dan meninggi. Hal ini berarti zat tersebut mengalami pemuai volume. Apabila luas sebuah zat berbentuk balok yang bersuhu T_0 adalah V_0 dipanaskan hingga suhunya naik sebesar ΔT sehingga sisi zat tersebut memuai. Secara eksperimen ditemukan untuk jumlah gas tertentu bahwa volume gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diberikan ketika ketika suhu konstan, yaitu; sebesar ΔV (Gambar 11).



Gambar 11.

Balok jika dipanaskan akan memuai

Dengan demikian volume akhir zat adalah:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \text{dengan: } \Delta T = T - T_0$$

dan $\gamma = 3\alpha$

$$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

ΔV = pertambahan volum zat (m^3)

V_0 = volum awal zat (m^3)

V = volum akhir zat (m^3)

γ = koefisien muai volum ($^{\circ}C$)

Contoh Sol dan Pembahasan

Plat logam yang memiliki luas mula mula 200 cm^2 . Jika koefisien muai luas logam tersebut adalah $0,00004/^{\circ}C$ dan terjadi kenaikan suhu sebesar $80^{\circ}C$, luas akhir logam tersebut adalah

Penyelesaian

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

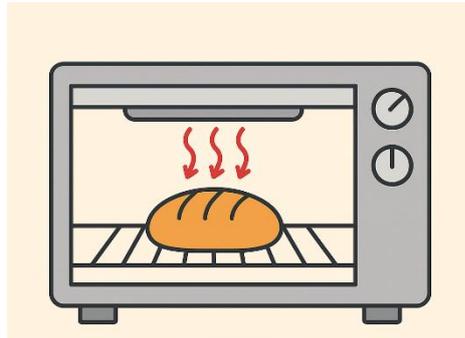
$$\Delta l = 0,00003 \cdot 200 \cdot 80 = 0,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas akhir} = A_0 + \Delta A$$

$$200 + 0,48 = 200,48 \text{ cm}^2$$

I. PERPINDAHAN KALOR

Pernahkan anda memanggang roti? Saat anda memanggang roti itu adalah salah satu peristiwa perpindahan panas.

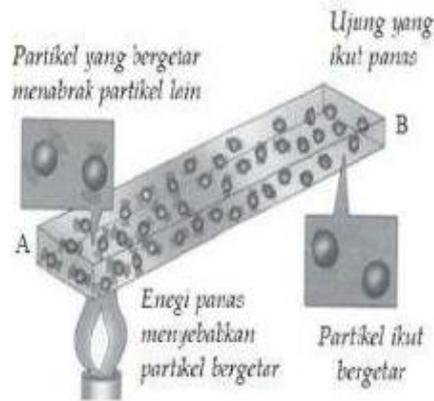


Gambar 12
Memanggang roti dalam oven

Gambar tersebut menunjukkan proses radiasi kalor dalam oven. Panas berasal dari elemen pemanas di bagian atas oven dan dipancarkan langsung ke permukaan roti dalam bentuk gelombang elektromagnetik (radiasi panas). Roti menerima panas secara merata tanpa memerlukan kontak langsung atau medium penghantar seperti udara atau logam.

1. Konduksi

Ketika sebuah batang logam dipanaskan pada salah satu ujungnya atau sebuah sendok logam diletakkan di dalam secangkir kopi yang panas. Beberapa saat kemudian, ujung yang kita pegang akan segera menjadi panas walaupun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas. Dalam hal ini kita katakan bahwa kalor dihantarkan dari ujung yang panas ke ujung lain yang lebih dingin.



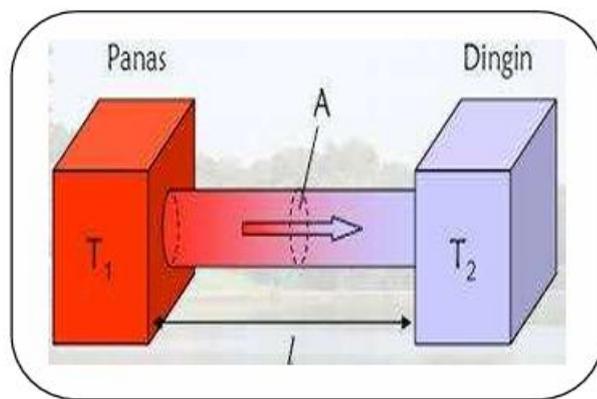
Gambar 13
Proses Konduksi

Konduksi atau hantaran kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat. Sementara itu, tumbukan dengan molekul-molekul yang langsung berdekatan lebih lambat, mereka mentransfer sebagian energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini kemudian juga mentransfer sebagian energi mereka dengan molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut. Dengan demikian, energi gerak termal ditransfer oleh tumbukan molekul sepanjang benda (Gambar 11). Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya konduksi. Jadi, konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat perantara dan selama terjadi perpindahan tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat perantaranya.

Syarat terjadinya konduksi kalor suatu benda adalah adanya perbedaan suhu antara dua tempat pada benda tersebut. Kalor akan berpindah dari tempat bersuhu tinggi ke tempat bersuhu rendah. Jika suhu kedua tempat sudah sama, rambatan kalor pun akan terhenti. Berdasarkan kemampuan suatu zat menghantarkan kalor secara konduksi, zat dibedakan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator. Konduktor adalah zat yang mudah menghantarkan kalor. Sedangkan isolator adalah zat yang sangat sukar menghantarkan kalor.

Laju konduksi kalor melalui sebuah dinding bergantung pada empat besaran, yaitu,.

- i. Beda suhu di antara kedua permukaan $\Delta T = T_1 - T_2$; makin besar beda suhu, makin cepat perpindahan kalor
- j. Ketebalan dinding atau panjang jalan yang dilalui oleh kalor tersebut
- k. Luas penampang penghantar kalor; makin besar luas permukaan, makin cepat perpindahan kalor
- l. Konduktivitas termal zat k (Jenis logam), merupakan ukuran kemampuan zat menghantarkan kalor; makin besar nilai k , makin cepat perpindahan kalor.



Gambar 14

Laju Konduksi Kalor

Berdasarkan penjelasan di atas, banyak kalor Q yang berpindah setiap satuan waktu adalah;

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

dengan:

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

ΔT = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}C$)

l = jarak antara kedua bagian benda yang berbeda suhunya (m)

t = selang waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat ($\frac{J}{s \cdot m \cdot ^\circ C}$)

Contoh soal dan Pembahasan

Sebuah jendela kaca ruang bangunan ber-AC panjangnya 4 m, tingginya 2,5 m, dan tebalnya 10 mm. Suhu permukaan kaca di dalam ruangan $24^\circ C$ dan suhu permukaan kaca luar ruangan $26^\circ C$. Tentukan banyaknya kalor yang mengalir dari luar ke dalam ruangan yang ber-AC tersebut melalui kaca jendela jika diketahui konduktivitas termal kaca $0,8 \text{ J/m s } ^\circ C$.

Jawab :

Dik:

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ m} & t_1 &= 24^\circ C \\ t &= 2,5 \text{ m} & t_2 &= 26^\circ C \\ l &= 10^{-2} \text{ m} & k &= 0,8 \text{ J/ms } ^\circ C \end{aligned}$$

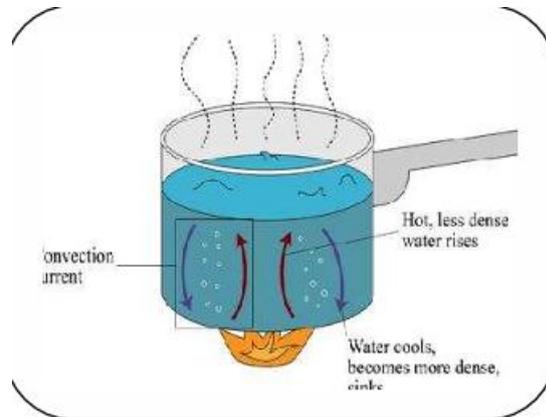
Dit: $H = \dots?$

$$H = \frac{kA\Delta T}{l} = \frac{(0,8 \frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C}) (4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m})(2^\circ C)}{10^{-2} \text{ m}} = 1600 \frac{J}{s} = 1.600 \text{ watt}$$

2. Konveksi

Konveksi merupakan cara perpindahan kalor dengan diikuti oleh mediumnya. Pernahkah kalian merasakan ada angin yang panas. Angin dapat membawa kalor menuju kalian sehingga terasa lebih panas. Contoh lain adalah memasak air. Bagian air yang lebih dulu panas adalah bagian bawah, tetapi air yang lebih panas dapat bergerak ke atas sehingga terlihat ada gelembung-gelembung yang bergerak. Proses konveksi banyak terjadi pada medium gas dan cair. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Pada konveksi alamiah, pergerakan fluida terjadi akibat perbedaan massa jenis. Bagian fluida yang menerima kalor (dipanasi) memuai dan massa jenisnya menjadi lebih kecil sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh bagian fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar.

Dalam konveksi paksa, arus konveksinya dipengaruhi oleh faktor luar, misalnya tekanan. Contohnya, kipas angin dapat digunakan untuk menghembuskan udara dari tempat dingin ke tempat yang panas.



Gambar 15

Laju Partikel Konveksi

Konveksi dalam kehidupan sehari-hari dapat kita lihat pada peristiwa terjadinya angin darat dan angin laut. Pada siang hari, daratan lebih cepat panas daripada laut, sehingga udara di atas daratan naik dan udara sejuk di atas laut bergerak ke daratan. Hal ini karena tekanan udara di atas permukaan laut lebih besar, sehingga angin laut bertiup dari permukaan laut ke daratan. Sebaliknya, pada malam hari daratan lebih cepat dingin daripada laut, sehingga udara bergerak dari daratan ke laut, disebut angin darat.

Laju kalor ketika sebuah benda panas memindahkan kalor ke fluida sekitarnya secara konveksi adalah sebanding dengan luas permukaan benda A yang bersentuhan dengan fluida dan beda ΔT di antara benda dan fluida. Secara matematis ditulis:

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

Dengan :

H = kalor yang merambat persatuan waktu (J/s)

Q = kalor yang dihantarkan (J)

A = luas penampang lintang benda (m^2)

T = beda suhu antara kedua ujung benda ($^{\circ}\text{C}$)

t = waktu yang diperlukan (s)

k = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat ($\text{J/s.m.}^{\circ}\text{C}$)

Contoh soal

Suhu udara dalam sebuah ruangan sebesar 20°C , sedangkan suhu permukaan jendela pada ruangan 30°C . Berapa laju kalor yang diterima oleh jendela kaca seluas $1,5 \text{ m}^2$ jika konveksi udara saat itu $7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s m}^2\text{C}$?

Jawab:

Dik :

$$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

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

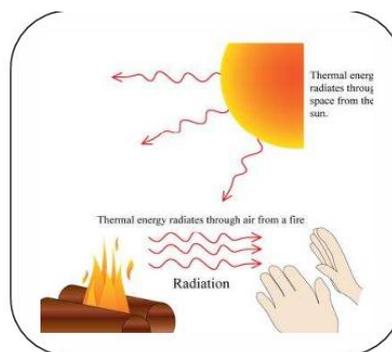
$$A = 1,5 \text{ m}^2$$

$$H = 7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s m}^2\text{C}$$

$$H = h A \Delta T = (7,5 \times 10^{-1} \text{ kal/s m}^2\text{C}) (1,5 \text{ m}^2) (10^{\circ}\text{C}) = 11,25 \text{ kal}$$

3. Radiasi

Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan adanya materi sebagai medium untuk membawa kalor dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin. Akan tetapi, perpindahan kalor secara radiasi (pancaran) terjadi tanpa medium apapun. Semua kehidupan di dunia ini bergantung pada transfer energi dari matahari, dan energi ini ditransfer ke Bumi melalui ruang hampa (hampa udara). Bentuk transfer energi ini dalam bentuk kalor yang dinamakan radiasi. Jadi, radiasi adalah perpindahan kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 16 Proses Radiasi

Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik. Radiasi dari Matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan Bumi. Kecepatan atau laju radiasi kalor dari sebuah benda sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak ($\propto T^4$) benda tersebut. Sebagai contoh, sebuah benda pada suhu 2.000 K, jika dibandingkan dengan benda lain pada suhu 1.000 K, akan meradiasikan kalor dengan kecepatan 16 (24) kali lipat lebih besar. Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas A dari benda yang memancarkan kalor.

Dengan demikian, kecepatan radiasi kalor meninggalkan sumber tiap selang waktu tertentu ($Q/\Delta t$) dirumuskan:

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

Persamaan tersebut disebut persamaan Stefan-Boltzman dan σ adalah konstanta universal yang disebut konstanta Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$). Faktor e disebut emisivitas bahan, merupakan bilangan antara 0 sampai 1 yang bergantung pada karakteristik materi. Permukaan yang sangat hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, sedangkan bahan yang permukaannya mengkilat mempunyai yang mendekati nol sehingga memancarkan radiasi yang lebih kecil. Permukaan mengkilat tidak hanya memancarkan radiasi yang lebih kecil, tetapi bahan tersebut juga hanya menyerap sedikit dari radiasi yang menimpanya (sebagian besar dipantulkan). Benda hitam dan yang sangat gelap, menyerap kalor hampir seluruh radiasi yang menimpanya. Dengan demikian, bahan penyerap kalor yang baik juga merupakan pemancar kalor yang baik .

Contoh soal

Sebuah lempeng besi panas yang suhu permukaannya 227°C memiliki koefisien emisivitas permukaan sebesar 0,5. Tentukanlah daya per satuan luas permukaan yang dipancarkan oleh lempengan besi tersebut.

Jawab :

Dik :

$$T = 227^{\circ}\text{C} = 500\text{K}$$

$$\sigma = 5,672 \times 10^{-6} \text{W/m}^2 \text{K}^4$$

$$e = 0,5$$

dit : P =.....?

$$P = e \sigma T^4 = (0,5)(5,672 \times 10^{-6} \text{W/m}^2 \text{K}^4)(500\text{K})^4 = 1,772,5 \text{W/m}^2$$





Lampiran 2 : Lembar Kerja Peserta Didik

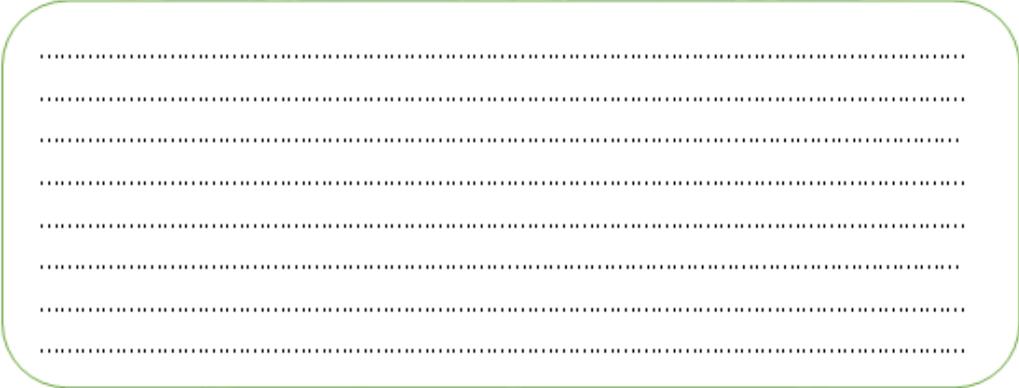
LKPD : I(Soal Uji Pemahaman)

Kelas :

Soal Uji Pemahaman

1. Analisislah apakah ketiga kota tersebut mengalami suhu udara yang sama atau berbeda. Tunjukkan hasil konversi dari ketiga nilai suhu tersebut ke dalam satu skala suhu yang sama, dan jelaskan alasan perbedaan atau persamaan suhu tersebut berdasarkan hasil konversi
2. Jika suhu di kota Tokyo meningkat $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sedangkan suhu di Kota Surabaya turun 10°F apakah suhu keduanya akan tetap sama setelah konversi ke Kelvin? Jelaskan dengan menunjukkan perhitungan!

JAWABAN SISWA



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

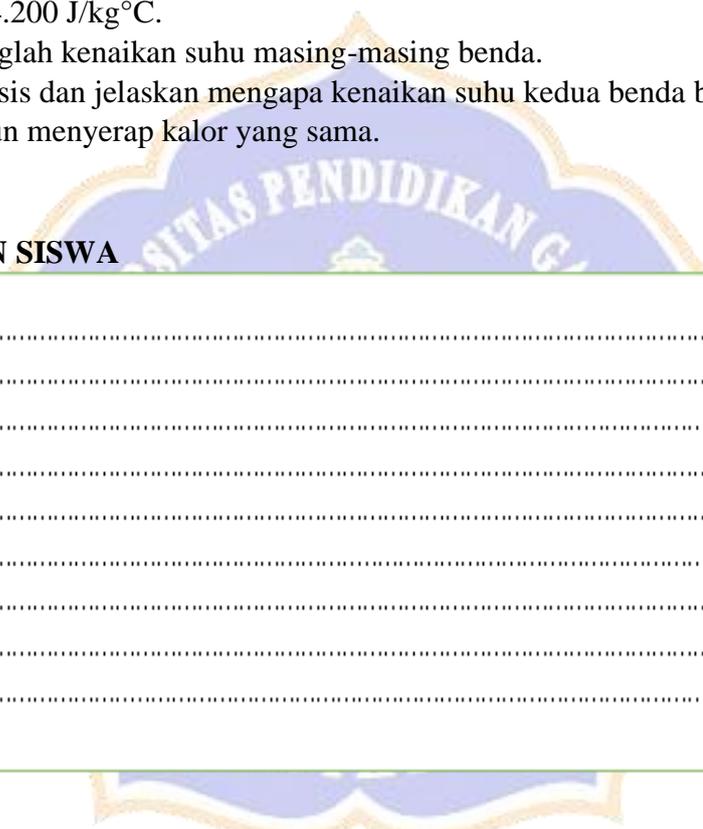
.....

UNDIKSHA

LKPD : II(Soal Uji Pemahaman)**Kelas :****Soal Uji Pemahaman**

1. Seorang siswa memanaskan 0,5 kg air dari suhu 30°C hingga 80°C . Jika kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, hitunglah jumlah kalor yang diperlukan!

2. Dua benda, yaitu besi dan air, memiliki massa dan suhu awal yang sama yaitu 1 kg dan 25°C . Kedua benda menyerap kalor yang sama besar, yaitu 42.000 joule. Kalor jenis besi adalah $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, dan kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
 - a. Hitunglah kenaikan suhu masing-masing benda.
 - b. Analisis dan jelaskan mengapa kenaikan suhu kedua benda berbeda meskipun menyerap kalor yang sama.

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LKPD : III (Soal Uji Pemahaman)**Kelas :****Soal Uji Pemahaman**

1. Seorang siswa ingin memanaskan minuman dalam waktu singkat. Ia memiliki empat wadah berbeda: besi, plastik, kaca, dan tanah liat. Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, wadah manakah yang sebaiknya digunakan? Jelaskan pilihanmu berdasarkan jenis perpindahan kalor yang dominan!
2. sebuah termos dirancang untuk menjaga suhu air tetap panas lebih lama. Dindingnya dilapisi lapisan logam reflektif dan ruang hampa udara. Analisislah bagaimana desain termos tersebut mengurangi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.
3. Sebuah benda logam bermassa 200 gram dan bersuhu 90°C dimasukkan ke dalam 300 gram air bersuhu 30°C di dalam wadah tertutup. Kalor jenis logam adalah $400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
 - E. Hitunglah suhu akhir campuran jika tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan!
 - F. Berdasarkan hasil perhitunganmu, analisislah bahan mana yang lebih banyak menerima atau melepaskan kalor dan jelaskan alasannya!

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

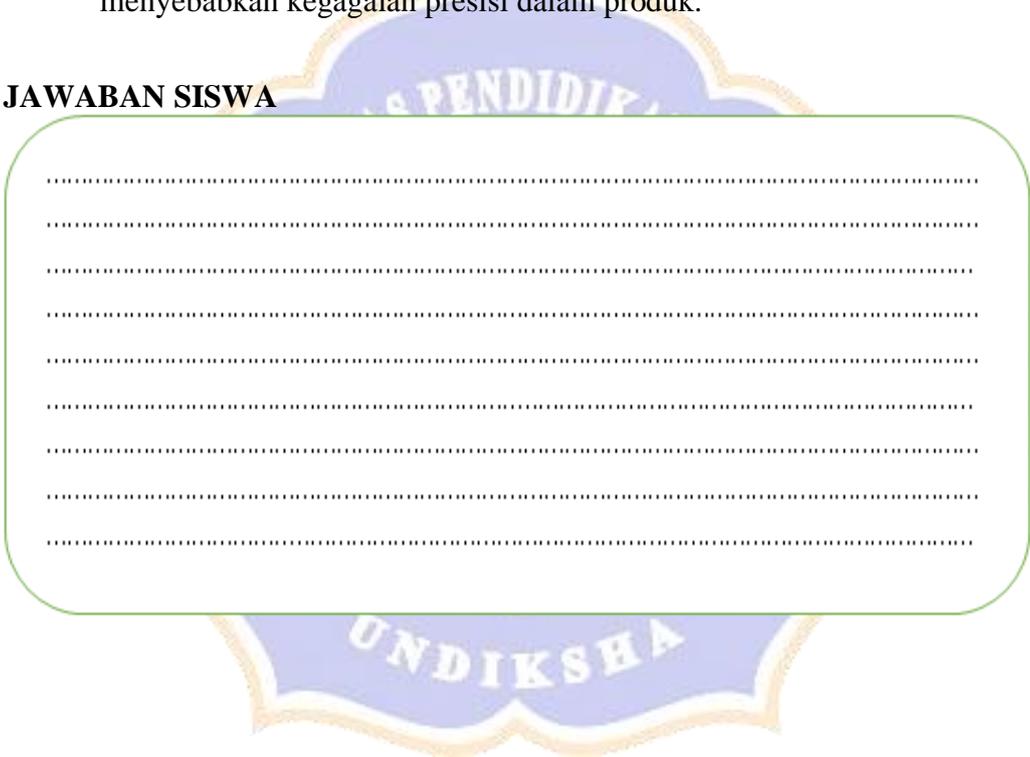
.....

.....

LKPD : IV (Soal Uji Pemahaman)**Kelas :**

Soal Uji Pemahaman

1. Seorang teknisi listrik sedang memasang kabel logam di daerah pegunungan. Kabel tersebut harus membentang sejauh 200 meter pada suhu pagi hari yang dingin, yaitu 10°C . Ia diberi peringatan bahwa suhu siang hari bisa mencapai 40°C . Jika kabel tidak dipasang dengan sedikit kelonggaran, kabel bisa putus saat siang hari. Analisislah mengapa hal tersebut bisa terjadi dan hitunglah pertambahan panjang kabel bila koefisien muai panjang kabel adalah $1,6 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$.
2. Di sebuah pabrik, pelat logam persegi panjang berukuran $1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ dipanaskan untuk proses pembuatan alat elektronik. Setelah dipanaskan dari suhu 25°C menjadi 125°C , teknisi menemukan bahwa salah satu sambungan elektronik tidak lagi sejajar. Dengan koefisien muai panjang logam sebesar $2,1 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$, analisislah perubahan luas pelat tersebut dan bagaimana perubahan ini dapat menyebabkan kegagalan presisi dalam produk.

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UNDIKSHA

LKPD : V (Soal Uji Pemahaman)**Kelas :****Soal Uji Pemahaman**

1. Seorang siswa ingin memanaskan minuman dalam waktu singkat. Ia memiliki empat wadah berbeda: besi, plastik, kaca, dan tanah liat. Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, wadah manakah yang sebaiknya digunakan? Jelaskan pilihanmu berdasarkan jenis perpindahan kalor yang dominan!
2. Sebuah termos dirancang untuk menjaga suhu air tetap panas lebih lama. Dindingnya dilapisi lapisan logam reflektif dan ruang hampa udara. Analisislah bagaimana desain termos tersebut mengurangi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.
3. Sebuah benda logam bermassa 200 gram dan bersuhu 90°C dimasukkan ke dalam 300 gram air bersuhu 30°C di dalam wadah tertutup. Kalor jenis logam adalah $400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis air adalah $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$.
 - A. Hitunglah suhu akhir campuran jika tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan!
 - B. Berdasarkan hasil perhitunganmu, analisislah bahan mana yang lebih banyak menerima atau melepaskan kalor dan jelaskan alasannya!

JAWABAN SISWA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lampiran 3: Instrumen Penilaian

INTRUMEN PENILAIAN KOGNITIF

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Nomor Soal		Total skor	Nilai
		1	2		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					

37					
38					
39					

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

INTRUMEN PENILAIAN SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Rasa ingin tahu	Disiplin	Kerjasama	Teliti	Jujur	Nilai Akhir
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							

Rubrik Penilaian Sikap

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Rasa Ingin tahu		Teknik Penilaian
Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	4	Skor maksimal = $5 \times 4 = 20$
Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	3	Skor total = $\frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	2	
Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber.	1	
Disiplin		
Selalu tertib instruksi/membuat menjadi kondusif. mengikuti kondisi kelas	4	
Sering tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	3	
Kadang-kadang tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	2	
Tidak pernah tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif.	1	
Kerjasama		
Selalu ikut berperan/kerjasama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaikan LKPD kelompok.	4	
Sering ikut berperan/kerjasama dalam kegiatan diskusi	3	

kelompok/menyelesaika LKPD kelompok.		
Kadang-kadang ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaika LKPD kelompok.	2	
Tidak pernah ikut berperan/kerjsama dalam kegiatan diskusi kelompok/menyelesaikan LKPD kelompok.	1	
Teliti		
Selalu teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	4	
Sering teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	3	
Kadang-kadang teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data.	2	
Tidak pernah teliti dalam hal melakukan pengamatan/mencatat data	1	
Jujur		
Selalu menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur	4	
Sering menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur.	3	
Kadang-kadang menjawab pertanyaan dengan jujur.	2	
Tidak pernah menjawab pertanyaan dengan jujur.	1	

INSTRUMEN PENILAIAN DIRI

Bentuk : Jurnal Belajar

Silahkan isi tabel berikut untuk melihat perkembangan belajar anda!

Sebelum saya belajar materi ini	Saya tidak mengerti tentang
--	-----------------------------

	<p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p>
<p>Ketika saya sedang mempelajari materi ini</p>	<p>Saya memiliki kesulitan dalam</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p>
<p>Setelah saya mempelajari materi ini</p>	<p>Saya mendapatkan pengetahuan baru tentang</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p> <p>.....</p> <p>...</p>

INSTRUMEN PENILAIAN TEMAN

Bentuk : Komentar

Silahkan berikan komentar anda terhadap 2 orang teman kelompok terkait sikap dan pemahaman dalam aktivitas pembelajaran di kelas

Nama	Deskripsi

INTRUMEN PENILAIAN KETERAMPILAN

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Materi : Suhu dan Kalor

No	Nama	Kinerja/Presentasi/menanggapi		Total skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					

Rubrik Penilaian keterampilan

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	keterangan
Visualisasi		Teknik Penilaian
Presentasi/ bertanya / menanggapi dengan Bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gesture	4	Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gesture.	3	Skor total = $\frac{\text{jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gesture	2	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gesture.	1	
Konten		
Tepat, jelas, dan lengkap.	4	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap..	3	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap.	2	
Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap	1	

Lampiran IV
Data Hasil Pebelitian

- 
- Lampiran 4.1 Hasil *pretest* kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw berbantuan media Simulasi *PhET*
- Lampiran 4.2 Hasil *pretest* kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif
- Lampiran 4.3 Hasil *pretest* kelompok kontrol
- Lampiran 4.4 Hasil *posttest* kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw berbantuan media Simulasi *PhET*
- Lampiran 4.5 Hasil *pretest* kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif
- Lampiran 4.6 Hasil *posttest* kelompok kontrol

Lampiran 4. 1 Hasil Pretest Kelompok Eksperimen dengan Model Kooperatif
Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*

• **Butir soal Nomor 1 – 20**

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ALYA SALMAN BAHBEREH	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2	DELA WLENA	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
3	DEWA ADI WIJAYA KUSUMA HARTA	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	GUSTI AGUS NGURAH BAYU ANDIKA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5	GUSTI AYU KADEK GINA MELIANTINI	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
6	I GEDE AGRA YUDA KUMARA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
7	I GEDE DUTA ARYA PRATAMA	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
8	I GUSTI NGURAH CANDRA DWI DHARMA	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
9	I MADE ADI RADITYA DHARMA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	I MADE PASEK ADI KUSUMA	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
11	I NYOMAN EDY KARYAWAN	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
12	KADEK AGUS ARYA PUTRA	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
13	KADEK ARLYN ARISTIANTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	KADEK AURA INDAH PRAMESWARI	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	KADEK PASEK HENDRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	KETUT AMANDA KRISNA MAHAYANI	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
17	KETUT WULAN PURNAMAYANTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	KOMANG AYUNI PUSPARINI	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
19	KOMANG BAGUS ARTA WIGUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	KOMANG CANIA WIJAYANTI	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
21	KOMANG REVALITA SANTIKA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
22	KOMANG REZA FEBRIANI PUTRI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	KOMANG RYAN JULIANTARA	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0

No	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13	KADEK ARLYN ARISTIANTI	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
14	KADEK AURA INDAH PRAMESWARI	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	KADEK PASEK HENDRA	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
16	KETUT AMANDA KRISNA MAHAYANI	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
17	KETUT WULAN PURNAMAYANTI	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18	KOMANG AYUNI PUSPARINI	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19	KOMANG BAGUS ARTA WIGUNA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	KOMANG CANIA WIJAYANTI	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
21	KOMANG REVALITA SANTIKA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
22	KOMANG REZA FEBRIANI PUTRI	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	KOMANG RYAN JULIANTARA	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
24	KOMANG SINTA TRIYA RAHAYU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	LUH GEDE YULISTIA MAHAYANI	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
26	LUH RIRIN FEBRIYANTINI	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
27	MADE ANAND PRADNYANA TEGAR	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
28	MADE OLIVIA REVALIANI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
29	MADE RISKY NUGRAHA	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
30	MADE SAPUTRA YASA	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
31	NI KADEK CHELSY MAHAYANI	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
32	NI KETUT RATNA MAHAYANI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
33	NYOMAN SANDI PARAMAMERTA	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
34	PUTU AYU UTARI	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
35	PUTU EVA JUNIANTARI	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
36	PUTU IKA WIRA ADI DANANJAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	PUTU MERRY SRI ANGGITA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
38	PUTU RADIKA WIJAYA KUSUMA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
39	PUTU SRI JULIARTINI	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Lampiran 4. 2 Hasil Pretest Kelompok Eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw

• **Butir Soal Nomor 1 - 10**

No	Nama Siswa	No Soal									
		0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	ANDINY LITA MEILANY	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
2	ANNISA RIZQI AMALIA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	CHELSEA GRACIA	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
4	FARIZ MAULIDAN AL FALAH	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
5	GEDE NUGRAHA PREDANGGA PUTRA	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	GUSTI NGURAH MADE JANA WIBAWA	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
7	I KADEK ANGGA ARIADI	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
8	I KADEK SANDHU SUARYASA ANUGRAH UTAMA	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
9	I KETUT REZZA CATUR AGUS SAPUTRA	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
10	KADEK ANDRA DARMAYANTA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
11	KADEK ANGGI RIANTARI DEWI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	GUSTI AYU KOMANG INDAH TRIANTARI	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
13	KADEK RASTHIA MAHARANI	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
14	KADEK RESYA YUDHA PRATAMA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	KADEK YUDI SASTRAWAN	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
16	KADEK YULIA SUKRAENI	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
17	KADEKCANDRAADIPRADNYANA	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
18	KETUT CITRA DEWI	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
19	KETUT NGURAH MERTADANA KEPAKISAN	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
20	LUH DE ERI ARDYANI	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
21	LUH PUTU AULIA PARWANI PUTRI	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
22	MADE ARDHY MARDIANTHA	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
23	MADE DEVINA SUCI MAHESWARI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
24	MADE PUTRI JAYANTI	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
25	MADE WIRA CANDRA PRADNYA	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
26	NI KADEK BELAYULITA	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
27	NI KADEK PUTRI ARTA WIDIADARI	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
28	NI KADEK VERRA DWI SEPYANI	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
29	NI KETUT CANTIKA ARISHANDY	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	NI KETUT SINAR ASIH MENTARI	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
31	NI KOMANG AYU SEKAR SARI	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
32	NI KOMANG CAHAYU LAKSMI TRI DEVI	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
33	NI KOMANG TRIANI DEWI PURNAMA SARI	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
34	NYOMAN TRI ADNYANI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
35	NYOMAN TRIDHAMMA SISWAWIGUNA PUTRA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
36	PUTU CINTA SETYADEWI	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
37	PUTU KEZA BAGUS SETIADI	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	NI KETUT SINAR ASIH MENTARI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	NI KOMANG AYU SEKAR SARI	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
32	NI KOMANG CAHAYU LAKSMI TRI DEVI	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
33	NI KOMANG TRIANI DEWI PURNAMA SARI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
34	NYOMAN TRI ADNYANI	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
35	NYOMAN TRIDHAMMA SISWAWIGUNA PUTRA	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
36	PUTU CINTA SETYADEWI	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
37	PUTU KEZA BAGUS SETIADI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	PUTU WERDHI SETIAWAN	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
39	RAZAQ JUAN KAHLAA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Lampiran 4. 3 Hasil Pretest Kelompok Eksperimen dengan Model Pembelajaran Langsung (*Direct intructions*)

• **Butir Soal Nomor 1 - 10**

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	GEDE CESSA MAHENDRA	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
2	GEDE EKA AGUS PEBRIAWAN	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
3	HERLINA KOGOYA	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
4	HUMAIDA AZHARANI	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
5	I KADEK DENA PUTRA WIRAWAN	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
6	I KETUT MAS SUARNATA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7	I MADE DEDEK WIDIASA PRATAMA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
8	I MADE DIKA AGUS YUDHIANA	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
9	KADEK NANDA WAHYU NOPIANI	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
10	KADEK NINA ARDANI	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
11	KADEK RIRIN DARMA YANI	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0
12	KADEK SUPARTA DARMA YASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	KADEK SURYA DWI ANGGAR SARI	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
14	KADEK WISNU MAS ADINATA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	KADEK YUSITA MULYA PUTRI	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
16	KETUT DIMAS MANGKU WIDARMAWAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	KOMANG MANDA TRIANTARI	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	KOMANG RAHAYUNINGSIH	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
19	KOMANG SATYA ADINATA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	LUH AYU SUSAN PRATIWI	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	MOH.RIFQI INDRA KURNIAWAN	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
22	NI KOMANG ANANDA WINA WAHYUNI	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
23	NI KOMANG YONI SUPANJI	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
24	NI PUTU ARDINA PRATIWI	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
25	NI PUTU EKA RUSMA WIDYANTI	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
26	NYOMAN MANIK ADITYA WARMAN	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
27	PUTU FELICIA ANGELINA SUSANTI	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
28	PUTU ARYA PRATAMA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	PUTU DEVI WIDYASARI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
30	PUTU ANGELINA PRANSISKA	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
31	PUTU GEDE RIZAL PEDITYA ARISTA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
32	PUTU RISTA SINTA DEWI	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
33	PUTU YUDA ADITYAWAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	PUTU YUNITA DIAN PRAMESTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	SISILIA TRENCE SU	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1

• **Butir Soal Nomor 11- 20**

No	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	GEDE CESSA MAHENDRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	GEDE EKA AGUS PEBRIAWAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	HERLINA KOGOYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	HUMAIDA AZHARANI	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
5	I KADEK DENA PUTRA WIRAWAN	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
6	I KETUT MAS SUARNATA	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
7	I MADE DEDEK WIDIASA PRATAMA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
8	I MADE DIKA AGUS YUDHIANA	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
9	KADEK NANDA WAHYU NOPIANI	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	KADEK NINA ARDANI	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
11	KADEK RIRIN DARMAYANI	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
12	KADEK SUPARTA DARMA YASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	KADEK SURYA DWI ANGGAR SARI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
14	KADEK WISNU MAS ADINATA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
15	KADEK YUSITA MULYA PUTRI	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

No	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	KETUT DIMAS MANGKU WIDARMAWAN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
17	KOMANG MANDA TRANTARI	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
18	KOMANG RAHAYUNINGSIH	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
19	KOMANG SATYA ADINATA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	LUH AYU SUSAN PRATIWI	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
21	MOH.RIFQI INDRA KURNIAWAN	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
22	NI KOMANG ANANDA WINA WAHYUNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	NI KOMANG YONI SUPANJI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	NI PUTU ARDINA PRATIWI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
25	NI PUTU EKA RUSMA WIDYANTI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
26	NYOMAN MANIK ADITYA WARMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	PUTU FELICIA ANGELINA SUSANTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	PUTU ARYA PRATAMA	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
29	PUTU DEVI WIDYASARI	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
30	PUTU ANGELINA PRANSISKA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
31	PUTU GEDE RIZAL PEDITYA ARISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	PUTU RISTA SINTA DEWI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
33	PUTU YUDA ADITYAWAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
34	PUTU YUNITA DIAN PRAMESTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	SISILIA TRENCE SU	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1



Lampiran 4. 4 Hasil Posttest Kelompok Eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*

• **Butir soal Nomor 1 – 20**

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ALYA SALMAN BAHBEREH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	DELA WLENA	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
3	DEWA ADI WIJAYA KUSUMA HARTA	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
4	GUSTI AGUS NGURAH BAYU ANDIKA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	GUSTI AYU KADEK GINA MELIANTINI	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
6	I GEDE AGRA YUDA KUMARA	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
7	I GEDE DUTA ARYA PRATAMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	I GUSTI NGURAH CANDRA DWI DHARMA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	I MADE ADI RADITYA DHARMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	I MADE PASEK ADI KUSUMA	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
11	I NYOMAN EDY KARYAWAN	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
12	KADEK AGUS ARYA PUTRA	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
13	KADEK ARLYN ARISTIANTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	KADEK AURA INDAH PRAMESWARI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	KADEK PASEK HENDRA	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
16	KETUT AMANDA KRISNA MAHAYANI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	KETUT WULAN PURNAMAYANTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	KOMANG AYUNI PUSPARINI	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
19	KOMANG BAGUS ARTA WIGUNA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	KOMANG CANIA WIJAYANTI	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
21	KOMANG REVALITA SANTIKA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	KOMANG REZA FEBRIANI PUTRI	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
23	KOMANG RYAN JULIANTARA	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
24	KOMANG SINTA TRIYA RAHAYU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	LUH GEDE YULISTIA MAHAYANI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
26	LUH RIRIN FEBRIYANTINI	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	MADE ANAND PRADNYANA TEGAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
28	MADE OLIVIA REVALIANI	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
29	MADE RISKY NUGRAHA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
30	MADE SAPUTRA YASA	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
31	NI KADEK CHELSY MAHAYANI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
32	NI KETUT RATNA MAHAYANI	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
33	NYOMAN SANDI PARAMAMERTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	PUTU AYU UTARI	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
35	PUTU EVA JUNIANTARI	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
36	PUTU IKA WIRA ADI DANANJAYA	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
37	PUTU MERRY SRI ANGGITA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
38	PUTU RADIKA WIJAYA KUSUMA	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
39	PUTU SRI JULIARTINI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

• **Butir Soal Nomor 11- 20**

No	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	ALYA SALMAN BAHBEREH	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	DELA WLENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	DEWA ADI WIJAYA KUSUMA HARTA	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
4	GUSTI AGUS NGURAH BAYU ANDIKA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	GUSTI AYU KADEK GINA MELIANTINI	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
6	I GEDE AGRA YUDA KUMARA	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
7	I GEDE DUTA ARYA PRATAMA	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
8	I GUSTI NGURAH CANDRA DWI DHARMA	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	I MADE ADI RADITYA DHARMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	I MADE PASEK ADI KUSUMA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11	I NYOMAN EDY KARYAWAN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
12	KADEK AGUS ARYA PUTRA	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
13	KADEK ARLYN ARISTIANTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	KADEK AURA INDAH PRAMESWARI	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
15	KADEK PASEK HENDRA	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	PUTU CINTA SETYADEWI	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
37	PUTU KEZA BAGUS SETIADI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
38	PUTU WERDHI SETIAWAN	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
39	RAZAQ JUAN KAHLAA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

• **Butir Soal Nomor 11- 20**

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ANDINY LITA MEILANY	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	ANNISA RIZQI AMALIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	CHELSEA GRACIA	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
4	FARIZ MAULIDAN AL FALAH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	GEDE NUGRAHA PREDANGGA PUTRA	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
6	GUSTI NGURAH MADE JANA WIBAWA	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
7	I KADEK ANGGA ARIADI	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
8	I KADEK SANDHU SUARYASA ANUGRAH UTAMA	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	I KETUT REZZA CATUR AGUS SAPUTRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	KADEK ANDRA DARMA YANTA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11	KADEK ANGGI RIANTARI DEWI	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
12	GUSTI AYU KOMANG INDAH TRIANTARI	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
13	KADEK RASTHIA MAHARANI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	KADEK RESYA YUDHA PRATAMA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
15	KADEK YUDI SASTRAWAN	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
16	KADEK YULIA SUKRAENI	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
17	KADEK CANDRA ADIPRADNYANA	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
18	KETUT CITRA DEWI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	KETUT NGURAH MERTADANA KEPAKISAN	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
20	LUH DE ERI ARDYANI	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
21	LUH PUTU AULIA PARWANI PUTRI	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
22	MADE ARDHY MARDIANTHA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
23	MADE DEVINA SUCI MAHESWARI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	MADE PUTRI JAYANTI	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
25	MADE WIRA CANDRA PRADNYA	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
26	NI KADEK BELAYULITA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	NI KADEK PUTRI ARTA WIDIADARI	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
28	NI KADEK VERRA DWI SEPYANI	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1

No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	NI KETUT CANTIKA ARISHANDY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	NI KETUT SINAR MENTARI	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
31	NI KOMANG AYU SEKAR SARI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	NI KOMANG CAHAYU LAKSMI TRI DEVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	NI KOMANG TRIANI DEWI PURNAMA SARI	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
34	NYOMAN TRI ADNYANI	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
35	NYOMAN TRIDHAMMA SISWAWIGUNA PUTRA	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
36	PUTU CINTA SETYADEWI	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
37	PUTU KEZA BAGUS SETIADI	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
38	PUTU WERDHI SETIAWAN	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
39	RAZAQ JUAN KAHLAA	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1



No	Nama Siswa	No Soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	PUTU GEDE RIZAL PEDITYA ARISTA	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
32	PUTU RISTA SINTA DEWI	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
33	PUTU YUDA ADITYAWAN	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
34	PUTU YUNITA DIAN PRAMESTI	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
35	SISILIA TRENCE SU	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0

• **Butir Soal Nomor 11- 20**

\	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	GEDE CESSA MAHENDRA	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
2	GEDE EKA AGUS PEBRIAWAN	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
3	HERLINA KOGOYA	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
4	HUMAIDA AZHARANI	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	I KADEK DENA PUTRA WIRAWAN	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
6	I KETUT MAS SUARNATA	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
7	I MADE DEDEK WIDIASA PRATAMA	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
8	I MADE DIKA AGUS YUDHIANA	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
9	KADEK NANDA WAHYU NOPIANI	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
10	KADEK NINA ARDANI	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
11	KADEK RIRIN DARMAYANI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	KADEK SUPARTA DARMA YASA	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
13	KADEK SURYA DWI ANGGAR SARI	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
14	KADEK WISNU MAS ADINATA	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
15	KADEK YUSITA MULYA PUTRI	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
16	KETUT DIMAS MANGKU WIDARMAWAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	KOMANG MANDA TRIANTARI	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
18	KOMANG RAHAYUNINGSIH	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
19	KOMANG SATYA ADINATA	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
20	LUH AYU SUSAN PRATIWI	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	MOH.RIFQI INDRA KURNIAWAN	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
22	NI KOMANG ANANDA WINA WAHYUNI	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
23	NI KOMANG YONI SUPANJI	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
24	NI PUTU ARDINA PRATIWI	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
25	NI PUTU EKA RUSMA WIDYANTI	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0

\	Nama Siswa	No Soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
26	NYOMAN MANIK ADITYA WARMAN	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
27	PUTU FELICIA ANGELINA SUSANTI	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
28	PUTU ARYA PRATAMA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
29	PUTU DEVI WIDYASARI	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
30	PUTU ANGELINA PRANSISKA	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
31	PUTU GEDE RIZAL PEDITYA ARISTA	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
32	PUTU RISTA SINTA DEWI	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
33	PUTU YUDA ADITYAWAN	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
34	PUTU YUNITA DIAN PRAMESTI	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
35	SISILIA TRENCE SU	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1



LAMPIRAN V
ANALISIS UJI ASUMSI DAN UJI HIPOTESIS

- Lampiran 5.1 Output SPSS Analisis Uji Deskriptif
- Lampiran 5.2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas
- Lampiran 5.3 Output SPSS Analisis Uji Homogenitas
- Lampiran 5.4 Output SPSS Analisis Uji Linieritas
- Lampiran 5.5 Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur
- Lampiran 5.6 Analisis Uji LSD



Lampiran 5. 1 Output SPSS Analisis Uji Deskriptif

Case Processing Summary							
Pretest/Posttest	Kelas	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pretest hasil belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	39	100.0%	0	0.0%	39	100.0%
	Model Kooperatif Jigsaw	39	100.0%	0	0.0%	39	100.0%
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	35	100.0%	0	0.0%	35	100.0%
Posttest Hasil Belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	39	100.0%	0	0.0%	39	100.0%
	Model Kooperatif Jigsaw	39	100.0%	0	0.0%	39	100.0%
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	35	100.0%	0	0.0%	35	100.0%

Descriptives						
Pretest/Posttest	Kelas			Statistic	Std. Error	
Pretest hasil belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	Mean		24.7436	1.50291	
		95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	21.7011	
				Upper Bound	27.7861	
		5% Trimmed Mean		24.8504		
		Median		25.0000		
		Variance		88.090		
		Std. Deviation		9.38565		
		Minimum		5.00		
		Maximum		45.00		
		Range		40.00		
		Interquartile Range		10.00		
		Skewness		-.073	.378	
	Kurtosis		-.253	.741		
	Pretest hasil belajar	Model Kooperatif Jigsaw	Mean		23.9744	1.38893
			95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	21.1626
Upper Bound					26.7861	
5% Trimmed Mean			23.7179			
Median			25.0000			
Variance			75.236			
Std. Deviation			8.67388			
Minimum			10.00			
Maximum		45.00				

		Range	35.00		
		Interquartile Range	10.00		
		Skewness	.142	.378	
		Kurtosis	-.268	.741	
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	Mean	22.1429	1.55144	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	18.9900	
			Upper Bound	25.2958	
		5% Trimmed Mean	21.9444		
		Median	25.0000		
		Variance	84.244		
		Std. Deviation	9.17844		
		Minimum	5.00		
		Maximum	45.00		
		Range	40.00		
		Interquartile Range	15.00		
Skewness	.166	.398			
Kurtosis	.156	.778			
Posttest Hasil Belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	Mean	85.7692	1.59641	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	82.5375	
			Upper Bound	89.0010	
		5% Trimmed Mean	86.1325		
		Median	85.0000		
		Variance	99.393		
		Std. Deviation	9.96959		
		Minimum	65.00		
		Maximum	100.00		
		Range	35.00		
		Interquartile Range	15.00		
		Skewness	-.202	.378	
		Kurtosis	-.752	.741	
		Model Kooperatif Jigsaw	Mean	80.6410	1.82924
	95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	76.9379	
Upper Bound			84.3441		
5% Trimmed Mean	80.7123				
Median	80.0000				
Variance	130.499				
Std. Deviation	11.42363				
Minimum	60.00				
Maximum	100.00				
Range	40.00				
Interquartile Range	20.00				
Skewness	-.194	.378			
Kurtosis	-.938	.741			
Model Pembelajaran Lagsung (DI)	Mean	72.8571	1.63066		
		Lower Bound	69.5432		

	95% Confidence Interval for Mean	Upper Bound	76.1710	
	5% Trimmed Mean		72.6190	
	Median		75.0000	
	Variance		93.067	
	Std. Deviation		9.64714	
	Minimum		55.00	
	Maximum		95.00	
	Range		40.00	
	Interquartile Range		15.00	
	Skewness		.211	.398
	Kurtosis		-.510	.778

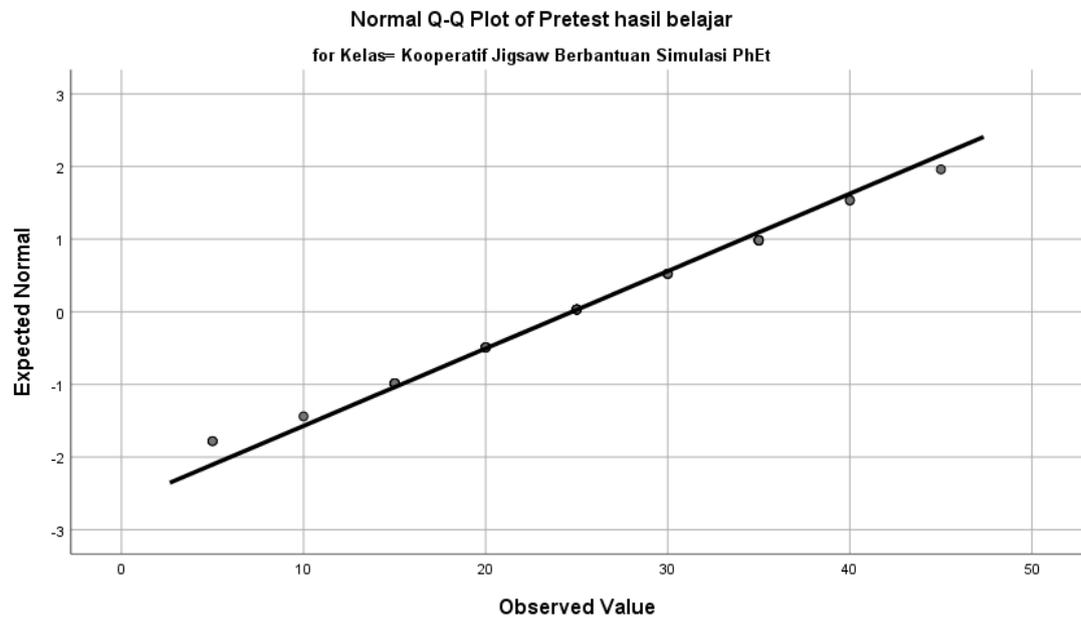


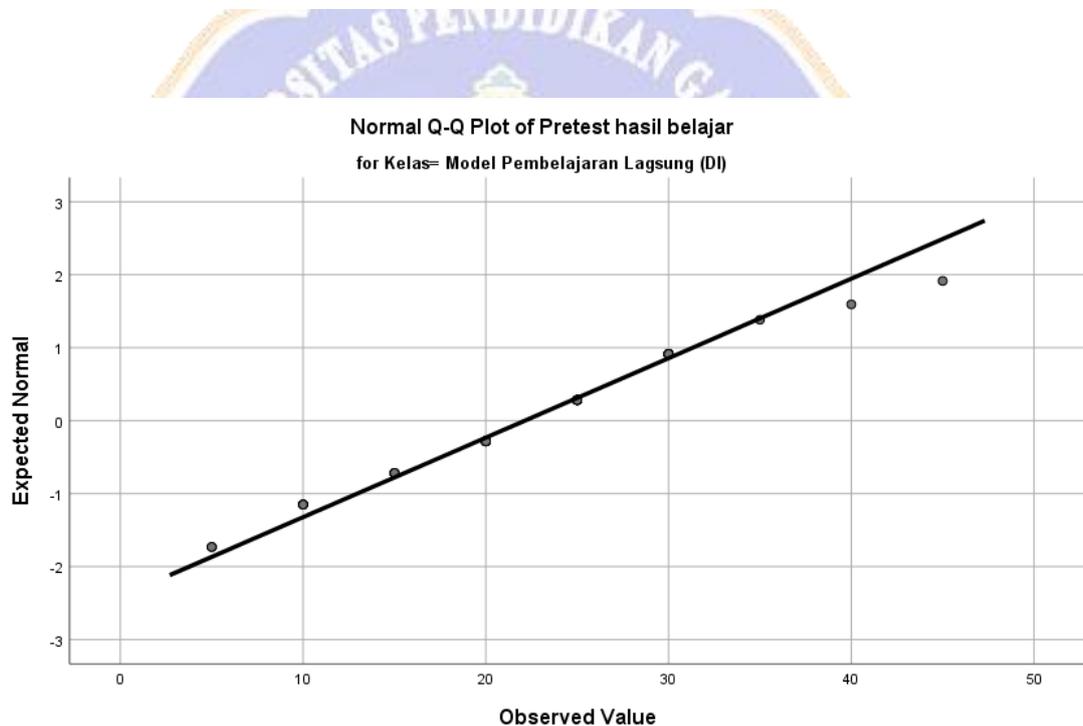
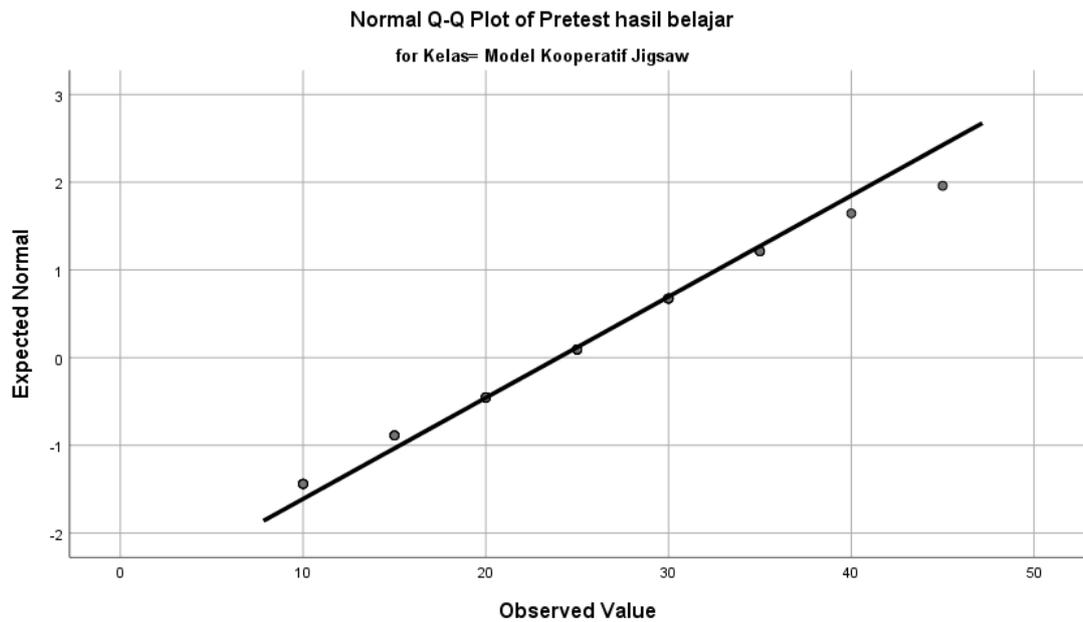
Lampiran 5. 2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

Output SPSS Analisis Uji Normalitas

Tests of Normality							
Pretest/ Posttest	Kelas	Kolmogorov- Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest hasil belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	.130	39	.094	.968	39	.336
	Model Kooperatif Jigsaw	.137	39	.063	.954	39	.113
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	.136	35	.097	.961	35	.246
Posttest Hasil Belajar	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	.130	39	.092	.941	39	.040
	Model Kooperatif Jigsaw	.136	39	.067	.946	39	.059
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	.107	35	.200*	.966	35	.347

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction





Kriteria untuk menguji normalitas adalah dengan melihat nilai signifikansi statistik dari uji Kolmogorov-Smirnov. Jika nilai signifikansi lebih besar dari ambang batas 0,05 ($\text{sig.} > 0,05$), maka data tersebut dianggap berdistribusi normal. Berdasarkan output dari SPSS, signifikansi data hasil belajar awal siswa (pretest) dan hasil belajar (posttest) pada kelompok eksperimen dengan model pembelajaran kooperatif Jigsaw berbantuan media simulasi *PhET* dan model pembelajaran kooperatif, serta kelompok kontrol dengan model pembelajaran pembelajaran langsung (DI), menunjukkan nilai

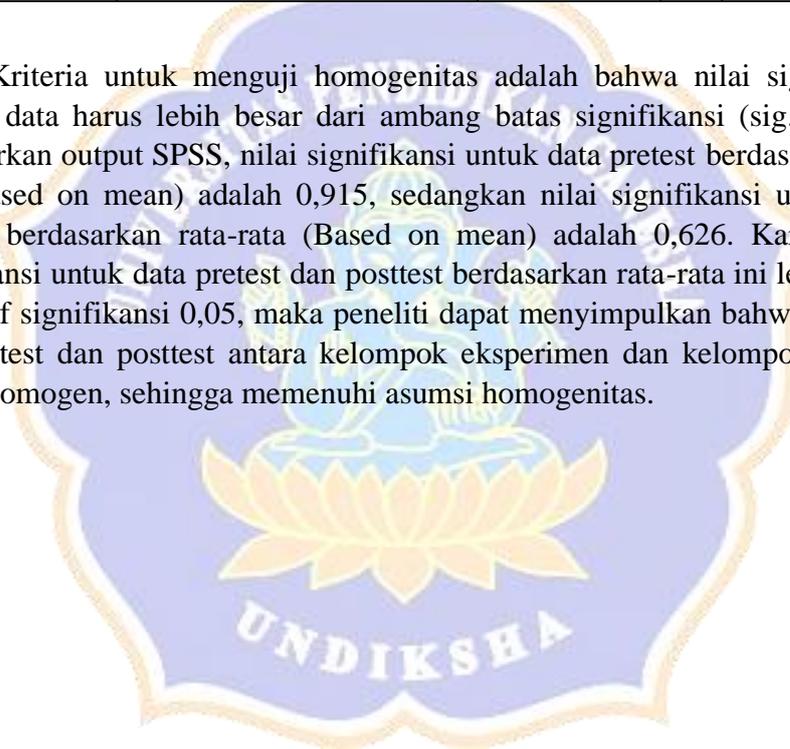
lebih dari 0,05. Oleh karena itu, peneliti dapat menyimpulkan bahwa data dari kelompok dan sampel penelitian berdistribusi normal, sehingga semua data lulus uji asumsi normalitas.



Lampiran 5. 3 Output SPSS Analisis Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest hasil belajar	Based on Mean	.061	2	110	.941
	Based on Median	.089	2	110	.915
	Based on Median and with adjusted df	.089	2	108.728	.915
	Based on trimmed mean	.044	2	110	.957
Posttest Hasil Belajar	Based on Mean	.657	2	110	.520
	Based on Median	.658	2	110	.520
	Based on Median and with adjusted df	.658	2	108.417	.520
	Based on trimmed mean	.646	2	110	.626

Kriteria untuk menguji homogenitas adalah bahwa nilai signifikansi statistik data harus lebih besar dari ambang batas signifikansi ($\text{sig.} > 0,05$). Berdasarkan output SPSS, nilai signifikansi untuk data pretest berdasarkan rata-rata (Based on mean) adalah 0,915, sedangkan nilai signifikansi untuk data posttest berdasarkan rata-rata (Based on mean) adalah 0,626. Karena nilai signifikansi untuk data pretest dan posttest berdasarkan rata-rata ini lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa variansi data pretest dan posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah homogen, sehingga memenuhi asumsi homogenitas.



Lampiran 5. 4 Output SPSS Uji Linieritas

Case Processing Summary						
	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest Hasil Belajar * Pretest hasil belajar	113	100.0%	0	0.0%	113	100.0%

Report			
Posttest Hasil Belajar			
Pretest hasil belajar	Mean	N	Std. Deviation
5.0	70.0	4	9.12
10	65.0	10	6.66
15	74.2	14	8.51
20	75.8	20	9.49
25	81.2	29	9.20
30	83.1	18	8.76
35	90.9	11	8.00
40	98.8	4	2.50
45	96.7	3	5.77
Total	80.0	113	11.57

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest Hasil Belajar * Pretest hasil belajar	Between Groups	(Combined)	7289.433	8	911.179	12.290	.000
		Linearity	6740.180	1	6740.180	90.911	.000
		Deviation from Linearity	549.253	7	78.465	1.058	.396
	Within Groups		7710.567	104	74.140		
	Total		15000.000	112			

Measures of Association				
	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Posttest Hasil Belajar * Pretest hasil belajar	.670	.449	.697	.486

Berdasarkan output uji linearitas nilai signifikansi jalur linearity adalah 0.01 lebih kecil dari 0.05 menandakan koefisien arah regresi berarti. Sementara nilai signifikansi jalur deviation from linearity adalah 0,396 yang lebih besar dari 0.05 menandakan data memiliki hubungan regresi linear. Dengan demikian sebaran data hasil pretest dan posttest pada kelompok kontrol dan eksperimen tersebar secara linear. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan awal dan hasil belajar siswa sehingga uji linearitas telah terpenuhi



Lampiran 5. 5 Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur

Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Kelas	1.00	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	39
	2.00	Model Kooperatif Jigsaw	39
	3.00	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	35

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Posttest Hasil Belajar						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	8885.065 ^a	3	2961.688	52.793	.000	.592
Intercept	52683.177	1	52683.177	939.089	.000	.896
Pretest	5785.248	1	5785.248	103.123	.000	.486
Model	2144.884	2	1072.442	19.117	.000	.260
Error	6114.935	109	56.100			
Total	738200.000	113				
Corrected Total	15000.000	112				

a. R Squared = .592 (Adjusted R Squared = .581)

Kriteria pertama untuk menguji signifikansi yang pertama adalah memastikan bahwa nilai signifikansi (sig.) hasil belajar (pretest) yang dihitung lebih kecil daripada tingkat signifikansi ambang yaitu ($\alpha = 0,05$). Jika nilai F_{hitung} terbukti signifikan, maka berkonsekuensi pada H_0 ditolak dan H_a diterima. Kriteria yang kedua adalah membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} pada taraf signifikansi 0.05. Jika nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka berkonsekuensi kepada H_0 ditolak dan H_a diterima. Pada tabel 4.10 diperoleh besar pembilang = 2 dan $df_{error} = 109$ dengan taraf signifikansi 0.05 maka diperoleh besarnya $F_{tabel} = 2.69$.

Lampiran 5. 6 Analisis Uji Lanjut LSD

1. Output SPSS Analisis Uji Lanjut LSD

Estimates				
Dependent Variable: Posttest Hasil Belajar				
Kelas	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	84.914 ^a	1.202	82.531	87.297
Model Kooperatif Jigsaw	80.400 ^a	1.200	78.022	82.778
Model Pembelajaran Lagsung (DI)	74.079 ^a	1.272	71.558	76.599

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values:
Pretest hasil belajar = 23.6726.

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: Posttest Hasil Belajar						
(I) Kelas	(J) Kelas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	Model Kooperatif Jigsaw	4.514 [*]	1.697	.009	1.150	7.878
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	10.835 [*]	1.756	.000	7.355	14.315
Model Kooperatif Jigsaw	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	-4.514 [*]	1.697	.009	-7.878	-1.150
	Model Pembelajaran Lagsung (DI)	6.321 [*]	1.750	.000	2.853	9.789
Model Pembelajaran Lagsung (DI)	Kooperatif Jigsaw Berbantuan Simulasi <i>PhET</i>	-10.835 [*]	1.756	.000	-14.315	-7.355

	Model Kooperatif Jigsaw	-6.321*	1.750	.000	-9.789	-2.853
Based on estimated marginal means						
*. The mean difference is significant at the .05 level.						
b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).						

Univariate Tests						
Dependent Variable: Posttest Hasil Belajar						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	2144.884	2	1072.442	19.117	.000	.260
Error	6114.935	109	56.100			

The F tests the effect of Kelas. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Menghitung Besar Penolakan LSD

Uji lanjut LSD dilaksanakan dengan menghitung besar penolakan LSD secara manual menggunakan persamaan berikut.

$$LSD = t \frac{\alpha}{2}; N - a \sqrt{MS_{\epsilon} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$LSD = t \frac{0,05}{2}; 113 - 3 \sqrt{56,1 \left(\frac{1}{39} + \frac{1}{39} + \frac{1}{35} \right)}$$

$$LSD = t 0,25; 113 - 3 \sqrt{56,1 \left(\frac{1}{39} + \frac{1}{39} + \frac{1}{35} \right)}$$

$$LSD = t 0,25; 110 \sqrt{56,1 \left(\frac{1}{39} + \frac{1}{39} + \frac{1}{35} \right)}$$

$$LSD = t 0,25; 110 \sqrt{56,1 (0,079)}$$

$$LSD = 1,981 \times 2,105$$

$$LSD = 4,170$$

Keterangan:

$t \alpha$ = Taraf signifikansi (0,05)

N = Jumlah sampel total (113)

a = Jumlah kelompok (3)

MS_{ϵ} = Mean Square Error (56,1)

n_1 = Jumlah sampel kelompok pertama (39)

n_2 = Jumlah sampel kelompok pertama (39)

n_3 = Jumlah sampel kelompok pertama (35)

Berdasarkan tabel 4.14 terlihat perbedaan skor rerata hasil belajar fisika siswa antara kelas yang belajar dengan model kooperatif Jigsaw berbantuan media simulasi *PhET* dengan model kooperatif jigsaw adalah $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 4.514$ dengan nilai standar eror 1.697 dengan nilai signifikansi 0.009 Perbedaan rerata hasil belajar fisika siswa antara kelas yang belajar dengan model kooperatif Jigsaw berbantuan media simulasi *PhET* dengan model pembelajaran langsung (*direct intructions*) $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 10.835$ dengan nilai standar eror 1.756 dengan nilai signifikansi 0.001. Rerata hasil belajar fisika siswa antara kelas yang belajar dengan model kooperatif Jigsaw dengan model model pembelajaran langsung (*direct intructions*) adalah $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 6.321$ dengan nilai standar eror 1.750 dengan nilai signifikansi 0.001 Berdasarkan perhitungan LSD secara manual didapat nilai LSD sebesar 4.70 Berdasarkan hasil tersebut nilai $\Delta\mu > LSD$

Kriteria yang digunakan pada uji LSD adalah apabila harga mutlak $|\Delta\mu| > LSD$ maka berkosenkuensi pada H_0 ditolak dan H_a diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang dignifikan pada nilai rata rata hasil belajar siswa anantara kelompok ekpserimen dengan kelompok kontrol. Secara empiris dapat dibuktikan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar fisika siswa yang belajar dengan model kooperatif Jigsaw dengan media simulasi *PhET*, model kooperatif Jigsaw, dan model pembelajaran langsung (*direct intructions*) dimana model kooperatif jigsaw dengan bantuan media simulasi *PhET* memperoleh nilai tertinggi disusul dengan model kooperatif dan model model pembelajaran langsung (*direct intructions*). Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran koopeartif berbantuan media simulasi *PhET* memiliki pengaruh yang relatif lebih baik terhadap hasil belajar siswa dibandingkan dengan model kooperatif Jigsaw dan Model pembelajaran langsung (DI).



LAMPIRAN VI
DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

- Lampiran 6.1 Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Instrumen
Lampiran 6.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Lampiran 6. 1 Dokumentasi Uji Coba Penelitian

Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Instrumen



Lampiran 6. 2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Dokumentasi Pretest kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*



Dokumentasi Pretest Kelompok eksperimen dengan Model Kooperaif



Dokumentasi Pretest kelompok Kontrol



Dokumentasi pembelajaran kelompok eksperimen dengan model kooperatif jigsaw berbantuan media simulasi *PhET*



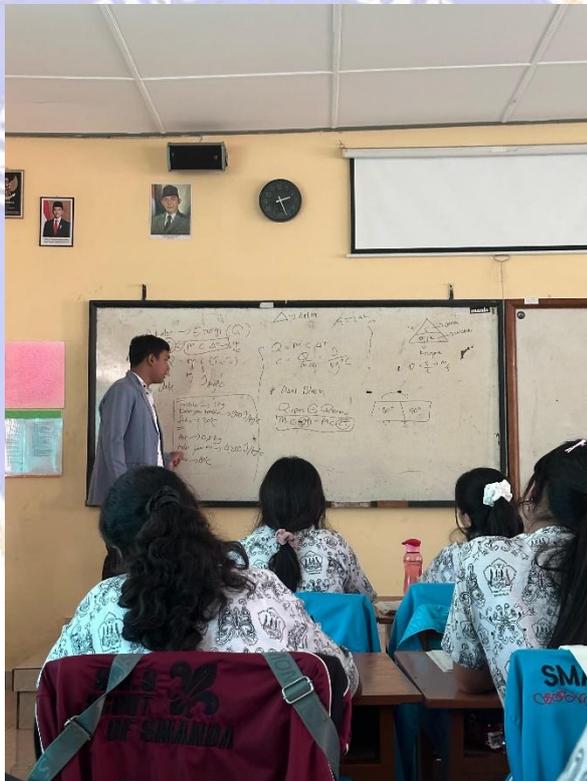
Dokumentasi pembelajaran kelompok eksperimen dengan model kooperatif jigsaw berbantuan media simulasi *PhET*



Dokumentasi pembelajaran kelompok eksperimen dengan model kooperatif jigsaw



Dokumentasi pembelajaran kelompok eksperimen dengan model kooperatif jigsaw



Dokumentasi Pembelajaran Kelompok Kontrol



Dokumentasi Postest kelompok eksperimen dengan Model Kooperatif Jigsaw Berbantuan Media Simulasi *PhET*



Dokumentasi Postest Kelompok eksperimen dengan Model Kooperaif



LAMPIRAN VI
DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

- Lampiran 7.1 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Coba Instrumen
Lampiran 7.2 Surat Keterangan Melaksanakan Penelitian



Lampiran 7. 1 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Coba Instrumen

**SURAT KETERANGAN UJI INSTRUMEN****Nomor : B.10.400.3.8.1/4745/SMAN 2 SGR/DIKPORA**

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 2 Singaraja menerangkan bahwa:

Nama : I Putu Merta Adi Putra
 NIM : 2113021002
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 UNIVERSITAS : Pendidikan GANESHA Singaraja

Memang benar mahasiswa yang telah disebutkan di atas telah melaksanakan uji Instrumen di SMA Negeri 2 Singaraja, dengan Judul Skripsi “PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *JIGSAW* BERBANTUAN MEDIA SIMULASI PHET TERHADAP HASIL BELAJAR FISIKA SISWA ” yang dilaksanakan pada tanggal 17 sampai dengan 18 Maret 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Singaraja

Pada tanggal, 10 Juni 2025



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE



Lampiran 7. 2 Lampiran Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN****Nomor : B.10.400.3.8.1/4744/SMAN 2 SGR/DIKPORA**

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 2 Singaraja menerangkan bahwa:

Nama : I Putu Merta Adi Putra
 NIM : 2113021002
 Program Studi : S1 Pendidikan Fisika
 Jurusan : Fisika dan Pengajaran IPA
 UNIVERSITAS : Pendidikan GANESHA Singaraja

Memang benar mahasiswa yang telah disebutkan di atas telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 2 Singaraja, dengan Judul Skripsi “PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *JIGSAW* BERBANTUAN MEDIA SIMULASI PHET TERHADAP HASIL BELAJAR FISIKA SISWA” dari tanggal 7 April 2025 sampai dengan tanggal 5 Mei 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Singaraja

Pada tanggal, 10 Juni 2025



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSRE

