



LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
UJI SEP



Lampiran 1.1 Hasil Uji SEP



Lampiran 1.1 Hasil Uji SEP

$$SEP = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} \sqrt{\frac{N-n}{N}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,5989(1-0,5989)}{106-1}} \sqrt{\frac{177-106}{177}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,5989(0,4011)}{105}} \sqrt{\frac{71}{177}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,2402}{105}} \sqrt{0,4011}$$

$$= \sqrt{0,002288} \times \sqrt{0,4011}$$

$$= 0,0478 \times 0,6333$$

$$= 0,0303$$

$$= \mathbf{3,03\%}$$

Jumlah sampel dikatakan refresentatif apabila hasil uji SEP diperolehkan lebih kecil dari 5%



LAMPIRAN II

INSTRUMEN PENELITIAN



Lampiran 2.1	Kisi-Kisi Tes KBK yang Diujicobakan
Lampiran 2.2	Pedoman Penskoran Tes KBK yang Diujicobakan
Lampiran 2.3	Tes KBK yang Diujicobakan
Lampiran 2.4	Pembahasan Tes KBK yang Diujicobakan
Lampiran 2.5	Kisi-Kisi Tes TKB yang Digunakan
Lampiran 2.6	Pedoman Penskoran Tes KBK yang digunakan
Lampiran 2.7	Tes KBK yang Digunakan
Lampiran 2.8	Pembahasan Tes KBK yang digunakan

Lampiran 2.1 Kisi – kisi Tes KBK yang Diujicobakan

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XII/Semester

Materi Pokok : Suhu dan Kalor

Waktu : 90 Menit

Sekolah : SMA Negeri 4 Singaraja

No	Sub Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	No Soal	Jumlah Soal
1	Fenomena Kontekstual Suhu dan Kalor	Merumuskan masalah	Merumuskan masalah disesuaikan dengan narasi masalah	1,2	4
			Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	3,4	
2	Perpindahan kalor	Memberikan argumen	Argumen dengan alasan yang sesuai	5,6	4
			Menunjukkan perbedaan dan persamaan	7,8	
3	Konsep Suhu dan Kalor (Dasar)	Melakukan deduksi	Mendeduksi secara logis	9,10	4
			Melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	11,12	
4	Pemuaian	Melakukan induksi	Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	13,14	4
			Membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik	15,16	
5	Perubahan wujud	Melakukan evaluasi	Memberikan solusi/saran sesuai masalah	17,18	4
			Memberikan alternatif solusi sesuai teori	19,20	
6	Asas Black	Memutuskan dan melaksanakan	Memilih kemungkinan alternatif yang ada	21	2
			Menentukan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	22	
Total					22 soal

Lampiran 2.2 Pedoman Penskoran Tes KBK yang Diujicobakan

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator	Kriteria	Skor
1	Merumuskan masalah	a. Rumusan masalah disesuaikan dengan narasi masalah b. Memformulasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberikan arahan untuk memperoleh jawaban	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
2	Memberikan argumen	a. Argumen dengan alasan yang sesuai b. Menunjukkan perbedaan dan persamaan	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
3	Melakukan deduksi	a. Mendedukasi secara logis b. Melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
4	Melakukan induksi	a. Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap b. Membuat generalisasi dari data, membuat tabel dan grafik	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator	Kriteria	Skor
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
5	Melakukan evaluasi	a. Memberikan solusi/saran sesuai masalah b. Memberikan alternatif solusi sesuai dengan teori	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
6	Memutuskan dan melaksanakan	a. Memilih kemungkinan alternatif yang ada b. Menentukan kemungkinan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0

Lampiran 2.3 Tes KBK yang Diujicobakan

SOAL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

MATERI SUHU DAN KALOR

SMA NEGERI 4 SINGARAJA

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskan identitas secara lengkap pada lembar jawaban!
2. Cermatilah seluruh soal dengan baik! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
3. Kerjakanlah soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
4. Kerjakanlah soal dengan baik, mandiri dan jujur!

.....*Berdoa sebelum mengerjakan*.....

1. Pada siang hari, segelas minuman yang berisi beberapa bongkah es batu diletakkan di atas meja. Setelah beberapa waktu, ukuran es batu di dalam gelas semakin mengecil dan sebagian berubah menjadi air meskipun tidak dipanaskan secara langsung. Berdasarkan peristiwa tersebut, buatlah satu rumusan masalah yang berkaitan dengan suhu dan kalor!
2. Dikantin sekolah, Mery menuangkan air panas ke dalam gelas kaca yang baru saja diambil dari lemari es. Tidak lama kemudian, gelas itu retak dan air tumpah. Siswa lain yang melihatnya penasaran dengan hal tersebut mengapa hal itu bisa terjadi. Dari peristiwa tersebut, rumuskan satu pertanyaan dengan suhu dan kalor!
3. Perhatikan gambar berikut:



Dua buah es batu diletakkan masing-masing pada piring logam dan piring plastik. Keduanya disinari lampu dengan kondisi yang sama. Setelah beberapa waktu, es pada piring logam lebih cepat mencair dibandingkan es pada piring plastik. Berdasarkan peristiwa tersebut, rumuskanlah satu pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki, dengan memuat variabel jenis bahan piring (logam dan plastik) dan variabel kecepatan mencairnya es.

4.



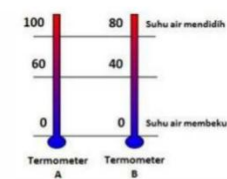
Sebuah beaker (gelas kimia) berisi air panas dimasukkan ke dalam bejana yang berisi air dingin. Beaker tersebut diletakkan di dalam bejana sehingga dapat berinteraksi dengan air di sekitarnya tanpa berpindah tempat. Pada masing-masing wadah dipasang termometer. Setelah 3 menit, suhu air dingin naik dari 20°C menjadi 25°C , sedangkan suhu air panas turun dari 29°C menjadi 25°C hingga keduanya mencapai suhu yang sama. Berdasarkan peristiwa tersebut, rumuskanlah satu pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki, dengan memuat variabel suhu awal kedua air (air panas dan air dingin) dan variabel waktu yang diperlukan hingga mencapai kesetimbangan termal (suhu akhir yang sama).

5. Dorkas dan Putri duduk di taman sekolah pada siang hari. Dorkas duduk di bangku besi, sedangkan Putri duduk di bangku kayu. Dorkas merasa bangku besi sangat panas, sementara Putri tidak merasakannya. Pada malam hari, bangku besi terasa lebih dingin dibandingkan bangku kayu. Berdasarkan tabel kalor jenis, diketahui bahwa kalor jenis besi lebih kecil daripada kayu. Menurut

Nama Zat	Kalor Jenis (c)	
	kcal/kg	J/kg $^{\circ}\text{C}$
Aluminium	0,22	900
Tembaga	0,093	390
Kaca	0,3	840
Besi	0,11	450
Timbal	0,031	130
Marmer	0,21	860
Perak	0,056	230
Kayu	0,4	1.700
Alkohol	0,58	2.400
Raksa	0,033	140
Air = es (-5°C) cair (15°C)	0,5	2.100
	1,0	4.186

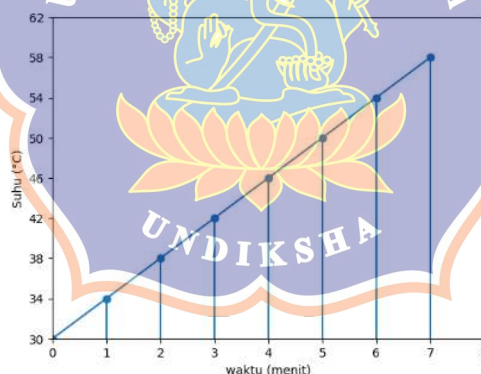
pendapatmu, mengapa terjadi perbedaan sensasi panas dan dingin pada kedua bangku tersebut

6. Air panas dituangkan ke dalam dua gelas yang berbeda, yaitu gelas logam dan gelas plastik, dengan jumlah dan suhu air yang sama. Setelah beberapa saat, bagian luar gelas logam terasa lebih panas saat disentuh dibandingkan gelas plastik. Menurutmu, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan alasanmu berdasarkan sifat penghantar kalor pada kedua bahan!
7. Saat memanaskan air dalam panci, terjadi dua peristiwa. Pertama, gagang panci yang terbuat dari logam ikut terasa panas meskipun tidak terkena api secara langsung. Kedua, air di dalam panci bergerak naik turun saat mulai mendidih. Berdasarkan peristiwa tersebut, bandingkan kedua proses perpindahan kalor tersebut dengan menunjukkan persamaan dan perbedaannya!
8. Toni dan Ari sedang berolahraga di bawah sinar matahari. Toni memakai baju hitam dan Ari memakai baju putih. Toni lebih cepat merasa panas dan gerah dibandingkan Ari. Jelaskan persamaan dan perbedaan yang terjadi, serta berikan alasan ilmiah mengapa Toni lebih cepat merasa panas dan gerah.
9. Nanda mengukur suhu air pada dua wadah yang berbeda. Wadah pertama berisi air es dan wadah kedua berisi air mendidih. Nanda menggunakan termometer A dan termometer B untuk mengukur suhu setiap wadah. Saat Nanda meletakkan kedua termometer pada wadah berisi air es, termometer A dan B sama-sama menunjukkan angka 0. Namun pada saat kedua termometer diletakkan pada wadah berisi air mendidih, termometer A menunjukkan angka 100 sedangkan termometer B menunjukkan angka 80. Nanda akhirnya menyimpulkan bahwa jika termometer A menunjukkan angka 60 maka termometer B akan menunjukkan angka 40. Menurutmu, benarkah kesimpulan Nanda tersebut? Berikan alasannya!



Gambar Termometer A dan B menurut Pendapat Nanda

10. Dalam kehidupan sehari-hari, jumlah kalor yang dibutuhkan suatu zat untuk mengalami kenaikan suhu dipengaruhi oleh beberapa kondisi, seperti massa zat, jenis zat, dan besar kenaikan suhu. Rina memanaskan air dalam jumlah lebih banyak untuk diisi ke dalam termos besar, sedangkan Sinta memanaskan air dalam jumlah lebih sedikit untuk diisi ke dalam termos kecil. Air yang digunakan keduanya berasal dari jenis yang sama dan mengalami kenaikan suhu yang sama setelah dipanaskan. Berdasarkan kondisi tersebut, tentukan air milik siapa yang membutuhkan kalor lebih besar selama proses pemanasan dan jelaskan alasanmu secara logis!
11. Yuda melakukan percobaan untuk menyelidiki faktor yang memengaruhi banyaknya kalor yang diserap suatu benda. Dalam percobaan, Yuda memvariasikan perubahan suhu dan waktu pemanasan, kemudian mencatat hasilnya dalam bentuk grafik. Berdasarkan grafik di bawah, apakah dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu dan waktu pemanasan memengaruhi banyaknya kalor yang diserap? Jelaskan alasanmu secara logis dengan merujuk pada data grafik.



12. Suhu suatu benda dapat diukur dengan skala Celsius (°C) atau Fahrenheit (°F). Hubungan antara kedua skala ini memungkinkan konversi suhu dari satu skala ke skala lainnya. Di kelas, seorang siswa menyatakan bahwa suhu 60°C sama dengan 140°F. Ia mengatakan bahwa nilai tersebut diperoleh dari perhitungan konversi yang telah dipelajari sebelumnya. Apakah pernyataan siswa itu benar atau salah? Sertakan alasan singkat sesuai dengan pernyataannya.
13. Selambar aluminium berbentuk persegi panjang memiliki panjang 40 cm dan lebar 30 cm pada suhu 40°C. Lembaran tersebut dipanaskan hingga suhu 140°C. Diketahui koefisien muai panjang aluminium adalah $\alpha = 2,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

- a. Tentukan perubahan suhu (ΔT) pada peristiwa tersebut!
 - b. Berdasarkan data yang diketahui tentukan luas aluminium setelah dipanaskan!
14. Di musim panas, Mona mengalami kesulitan menutup pintu dan jendela kayu di rumahnya karena kayu memuai akibat panas. Pagi hari, pintu dan jendela mudah ditutup, sedangkan pada siang hari menjadi lebih rapat. Tuliskan fakta-fakta yang dapat kamu amati mengenai perubahan kondisi pintu dan jendela pada pagi dan siang hari.
15. Tabel panjang batang logam terhadap suhu berikut:

Logam	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C
Tembaga	50,00	50,10	50,20	50,30	50,40
Besi	50,00	50,09	50,18	50,27	50,36
Aluminium	50,00	50,12	50,24	50,36	50,48
Perunggu	50,00	50,11	50,22	50,33	50,44
Nikel	50,00	50,08	50,16	50,24	50,32

Berdasarkan tabel di atas, amati data pemuaian semua logam dan buat kesimpulan umum tentang hubungan antara jenis logam, kenaikan suhu, dan pertambahan panjang logam.

16. Di laboratorium, siswa melakukan percobaan pemuaian cairan. Mereka menyiapkan tabung ukur berisi 100 mL tiga jenis cairan: air, minyak, dan alkohol. Tabung kemudian dipanaskan hingga suhu berbeda, dan siswa mencatat volume akhir setiap cairan. Berikut datanya:

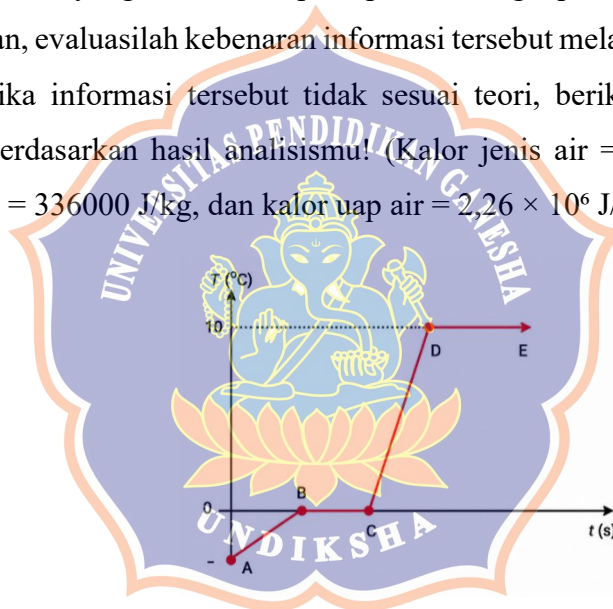
Cairan	Volume Awal (mL)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Volume Akhir (mL)
Air	100	20	40	100,83
Minyak	100	20	40	101,20
Alkohol	100	20	40	101,50
Air	100	20	60	101,66
Minyak	100	20	60	102,40
Alkohol	100	20	60	103,00

Dari data tabel tersebut, Cairan mana yang paling cepat memuai? Bagaimana kenaikan suhu memengaruhi pemuaian volume?

17. Di sebuah ruangan, suhu udara adalah 30°C, sedangkan suhu permukaan kaca jendela adalah 20°C. Kondensasi pada kaca akan terjadi jika selisih suhu udara dan permukaan kaca minimal 9°C. Hitung selisih suhu yang terjadi, kemudian tentukan apakah embun akan terbentuk pada kaca jendela tersebut.

Jika iya, berikan saran yang dapat dilakukan agar kaca tidak mudah berembun.

18. Dinda meletakkan beberapa keping kapur barus di dalam lemari pakaian untuk mengusir kecoa. Setelah satu bulan, kapur barus tersebut semakin berkurang hingga akhirnya habis tanpa meninggalkan sisa cairan, tetapi lemari menjadi wangi. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Berikan saran agar kapur barus dapat bertahan lebih lama di dalam lemari.
19. Menurut informasi dari BMKG, 100 gram es dengan suhu awal -10°C dipanaskan hingga menguap seperti ditunjukkan pada grafik proses A–E. BMKG menyatakan bahwa kalor yang dibutuhkan pada proses melebur sama dengan kalor yang dibutuhkan pada proses menguap. Berdasarkan data yang diberikan, evaluasilah kebenaran informasi tersebut melalui perhitungan yang tepat. Jika informasi tersebut tidak sesuai teori, berikan pernyataan yang benar berdasarkan hasil analisismu! (Kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 336000 J/kg , dan kalor uap air = $2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$)



20. Seorang siswa ingin memanaskan 2 kg air dari suhu 30°C hingga 100°C untuk keperluan memasak. Diketahui kalor jenis air adalah $1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$. Ia ingin mengetahui apakah energi yang dibutuhkan untuk proses tersebut besar atau tidak agar dapat menyiapkan sumber energi yang sesuai. Menurutmu, berapa kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan air tersebut, dan bagaimana solusi yang dapat dilakukan jika energi yang tersedia terbatas?
21. Seorang pengrajin ingin menggunakan kembali cetakan logam yang masih panas setelah dipakai. Agar dapat digunakan lebih cepat, ia mempertimbangkan beberapa cara, seperti meletakkannya di ruangan terbuka, membungkusnya dengan kain, atau menempelkannya pada benda

lain yang bersuhu lebih rendah. tentukan cara yang paling tepat untuk mempercepat penurunan suhu cetakan logam tersebut dan berikan alasanmu!

22. Dina ingin membuat air hangat untuk menyeduh susu. Ia memiliki 200 gram air panas bersuhu 80°C dan air dingin bersuhu 20°C . Agar suhu campuran menjadi 40°C , Dina harus menentukan banyak air dingin yang perlu dicampurkan. Berdasarkan konsep Asas Black, tentukan massa air dingin yang harus ditambahkan Dina agar diperoleh suhu yang diinginkan!



Lampiran 2.4 Pembahasan Tes KBK yang Diujicobakan

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
1	KBK D1: Merumuskan masalah dengan indikator Merumuskan masalah disesuaikan dengan narasi masalah	1. Bagaimana pengaruh kalor yang diterima es batu dari lingkungan terhadap proses mencairnya es batu menjadi air? 2. Mengapa es batu di dalam gelas dapat mencair meskipun tidak dipanaskan secara langsung? 3. Bagaimana hubungan perpindahan kalor dari lingkungan dengan perubahan wujud es batu menjadi air?
2	KBK D1: Merumuskan masalah dengan indikator Merumuskan masalah disesuaikan dengan narasi masalah	1. Mengapa gelas kaca yang dingin dapat retak ketika diisi air panas? 2. Bagaimana pengaruh perubahan suhu yang cepat terhadap kondisi gelas kaca saat diisi air panas? 3. Bagaimana perpindahan kalor dari air panas ke gelas kaca menyebabkan gelas menjadi retak?
3	KBK D1: Merumuskan masalah dengan indikator Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	1. Bagaimana pengaruh jenis bahan piring (logam dan plastik) terhadap kecepatan mencairnya es batu yang diletakkan di atasnya? 2. Apakah jenis bahan piring (logam atau plastik) memengaruhi kecepatan mencairnya es batu? 3. Adakah hubungan antara jenis bahan piring dengan laju/kecepatan mencairnya es batu di atasnya? 4. Mengapa es batu pada piring logam mencair lebih cepat dibandingkan es batu pada piring plastik?
4	KBK D1 : Merumuskan masalah dengan indikator Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	1. Bagaimana pengaruh perbedaan suhu awal antara air panas dan air dingin terhadap waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan termal (suhu akhir yang sama). 2. Apakah terdapat hubungan antara perbedaan suhu awal dua zat cair dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan termal?

		3. Bagaimana proses perpindahan kalor terjadi antara air panas dan air dingin hingga keduanya mencapai suhu yang sama?" (catatan: alternatif ini masih dapat diterima karena tetap berbentuk pertanyaan investigatif, bukan penjelasan)
5	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator argumen dengan alasan yang sesuai	Perbedaan sensasi panas dan dingin pada bangku besi dan bangku kayu terjadi karena kedua bahan memiliki kalor jenis yang berbeda. Berdasarkan tabel, kalor jenis besi lebih kecil daripada kayu, yaitu $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ sedangkan kayu $1.700 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. Karena kalor jenis besi lebih kecil, besi lebih cepat menyerap dan melepaskan kalor dibandingkan kayu. Pada siang hari, bangku besi cepat panas karena cepat menyerap kalor dari matahari, sehingga terasa lebih panas. Sebaliknya, kayu lebih lambat menyerap kalor sehingga tidak terlalu panas. Pada malam hari, besi juga lebih cepat melepaskan kalor sehingga terasa lebih dingin dibandingkan kayu.
6	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator argumen dengan alasan yang sesuai	Bagian luar gelas logam terasa lebih panas karena logam merupakan penghantar kalor (konduktor) yang baik, sehingga kalor dari air panas dapat berpindah dengan cepat ke seluruh bagian gelas. Sebaliknya, plastik merupakan penghantar kalor yang buruk (isolator), sehingga perpindahan kalor dari air panas ke bagian luar gelas berlangsung lebih lambat. Akibatnya, permukaan luar gelas logam terasa lebih panas dibandingkan gelas plastik meskipun keduanya berisi air dengan suhu yang sama.
7	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator menentukan perbedaan dan persamaan	Kedua peristiwa tersebut memiliki persamaan, yaitu sama-sama merupakan proses perpindahan kalor dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Pada kedua peristiwa, kalor berasal dari api lalu berpindah hingga menyebabkan perubahan suhu. Perbedaannya terletak pada cara perpindahan kalornya. Pada gagang panci logam, kalor berpindah secara

		konduksi karena panas merambat melalui benda padat tanpa disertai perpindahan zat. Sementara itu, pada air di dalam panci, kalor berpindah secara konveksi karena panas disertai perpindahan zat cair yang ditandai dengan gerakan air naik dan turun saat mendidih. Jadi, konduksi terjadi pada zat padat tanpa perpindahan partikel, sedangkan konveksi terjadi pada zat cair atau gas dengan perpindahan partikel.
8	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator menentukan perbedaan dan persamaan	Persamaannya adalah Toni dan Ari sama-sama berolahraga di bawah sinar matahari sehingga keduanya menerima kalor dari radiasi matahari. Perbedaan, Toni yang memakai baju hitam lebih cepat merasa panas dan gerah dibandingkan Ari yang memakai baju putih. Hal ini karena warna hitam menyerap radiasi panas matahari lebih banyak, sedangkan warna putih memantulkan sebagian besar radiasi panas yang diterimanya. Akibatnya, suhu baju dan tubuh Toni meningkat lebih cepat sehingga Toni lebih cepat merasa panas dan gerah.
9	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator mendeduksi secara logis	Termometer A merupakan termometer Celsius dan termometer B merupakan termometer Reamur Kriteria: Kesimpulan Tia salah. Termometer A memiliki titik beku 0 dan titik didih 100, maka termometer A merupakan termometer Celsius. Sementara itu, termometer B memiliki titik beku 0 dan titik didih 80 merupakan termometer Reamur. Dengan demikian jika termometer A menunjukkan angka 60 maka: $\frac{60^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{R}{80}$ $R = 60 \times 80 / 100$ $R = 48^{\circ}\text{R}$ Jadi jika termometer A menunjukkan angka 60 maka termometer B akan menunjukkan angka 48.

10	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator mendeduksi secara logis	Air milik Rina membutuhkan kalor yang lebih besar selama proses pemanasan. Hal ini karena massa air yang dipanaskan Rina lebih banyak daripada massa air yang dipanaskan Sinta. Menurut persamaan kalor $Q = mc\Delta T$. Jumlah kalor berbanding lurus dengan massa zat. Karena jenis zat (kalor jenis) dan kenaikan suhu kedua air sama, maka air yang memiliki massa lebih besar memerlukan kalor yang lebih besar untuk mengalami kenaikan suhu yang sama.
11	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	Berdasarkan grafik percobaan Yuda, terlihat bahwa semakin lama pemanasan, kalor yang diterima air semakin besar dan suhu air meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pemanasan memengaruhi kalor yang diserap. Selain itu, kenaikan suhu yang sama pada air dengan massa lebih besar membutuhkan kalor yang lebih banyak, sehingga besarnya kalor juga bergantung pada perubahan suhu dan massa benda, sesuai dengan persamaan $Q = mc\Delta t$. Dengan demikian, grafik tersebut dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa faktor yang memengaruhi kalor yang diserap adalah perubahan suhu dan waktu pemanasan.
12	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	Pernyataan siswa tersebut benar. Konversi suhu dari skala Celsius ke Fahrenheit menggunakan rumus $F = (\frac{9}{5} \times C) + 32$. Jika suhu yang diketahui adalah 60°C , maka suhu dalam skala Fahrenheit adalah $F = (9/5 \times 60) + 32 = 108 + 32 = 140^{\circ}\text{F}$. Dengan demikian, suhu 60°C setara dengan 140°F sehingga pernyataan siswa tersebut benar.
13	KBK D4 : Melakukan induksi Melakukan induksi Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	Dik : $A_0 = p \times l = 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1200 \text{ cm}^2$ $T_1 = 40^{\circ}\text{C}$ $T_2 = 140^{\circ}\text{C}$ $\alpha = 2,5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

		Dit? a. ΔT b. Luas aluminium setelah dipanaskan (A_t) Jawaban: a. $\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 140^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}$ $\Delta T = 100^\circ\text{C}$ b. Koefisien muai luas $\beta = 2\alpha$ $\beta = 2(2,5 \times 10^{-5})$ $\beta = 5 \times 10^{-5}^\circ\text{C}^{-1}$ Pertambahan luas: $\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$ $\Delta A = 1200 \times 5 \times 10^{-5} \times 100$ $\Delta A = 6 \text{ cm}^2$ Luas akhir aluminium $A_t = A_0 + \Delta A$ $A_t = 1200 + 6$ $A_t = 1206 \text{ cm}^2$ Jadi luas aluminium setelah dipanaskan adalah 1206 cm^2
14	KBK D4 : Melakukan induksi dengan indikator melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	Fakta-fakta yang dapat diamati berdasarkan peristiwa tersebut adalah: 1. Pada pagi hari, pintu dan jendela kayu mudah dibuka dan ditutup. 2. Pada siang hari, pintu dan jendela terasa lebih rapat dan sulit ditutup. 3. Suhu udara pada siang hari lebih tinggi dibandingkan pagi hari. 4. Kayu pada pintu dan jendela terkena panas matahari. 5. Ukuran kayu sedikit bertambah atau memuai saat suhu meningkat. 6. Perubahan suhu memengaruhi perubahan ukuran benda, khususnya kayu.
15	KBK D4 : Melakukan induksi dengan indikator membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik	Berdasarkan tabel, semua logam mengalami pertambahan panjang ketika suhu meningkat. Sebagai contoh, panjang aluminium bertambah dari 50,00 cm pada 0°C menjadi 50,48 cm pada 80°C, sedangkan panjang nikel bertambah dari 50,00 cm menjadi 50,32 cm pada suhu yang sama. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, semakin besar pertambahan panjang logam. Selain itu, setiap jenis

		logam memiliki besar pemuaian yang berbeda. Aluminium mengalami pemuaian terbesar, sedangkan nikel mengalami pemuaian terkecil. Dengan demikian, pertambahan panjang logam dipengaruhi oleh kenaikan suhu dan jenis logam yang memiliki koefisien muai berbeda.
16	KBK D4 : Melakukan induksi dengan indikator membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik	Berdasarkan data pada tabel, alkohol merupakan cairan yang paling cepat memuai. Pada suhu 60°C, volume alkohol bertambah dari 100 mL menjadi 103,00 mL, sedangkan minyak menjadi 102,40 mL dan air menjadi 101,66 mL. Hal ini menunjukkan bahwa alkohol mengalami pertambahan volume paling besar dibandingkan cairan lainnya. Kenaikan suhu menyebabkan volume cairan bertambah. Semakin besar kenaikan suhu, semakin besar pula pertambahan volume yang terjadi. Hal ini terlihat pada air, minyak, dan alkohol yang memiliki volume akhir lebih besar pada suhu 60°C dibandingkan pada suhu 40°C. Dengan demikian, pemuaian volume cairan dipengaruhi oleh jenis cairan dan besar kenaikan suhu.
17	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator memberikan solusi/saran sesuai masalah	Diketahui: Suhu udara = 30°C Suhu permukaan kaca = 20°C Kondensasi terjadi jika selisih suhu $\geq 9^{\circ}\text{C}$ Selisih suhu: $30^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$ Karena selisih suhu sebesar 10°C dan lebih besar dari 9°C, maka embun akan terbentuk pada kaca jendela. Saran agar kaca tidak mudah berembun: 1. Mengurangi perbedaan suhu antara udara dan kaca, misalnya dengan membuka ventilasi agar sirkulasi udara lebih baik. 2. Mengurangi kelembapan ruangan. 3. Menggunakan kaca ganda atau menghangatkan permukaan kaca agar suhu kaca tidak terlalu dingin.

18	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator Memberikan solusi/saran sesuai masalah	Kapur barus dapat habis tanpa meninggalkan sisa cairan karena mengalami proses sublimasi, yaitu perubahan wujud dari padat langsung menjadi gas. Gas kapur barus kemudian menyebar ke udara di dalam lemari sehingga menimbulkan aroma khas yang membuat lemari menjadi wangi. Agar kapur barus dapat bertahan lebih lama, sebaiknya lemari selalu tertutup rapat dan kapur barus diletakkan dalam wadah yang memiliki lubang kecil. Dengan demikian, laju sublimasi dapat diperlambat sehingga kapur barus tidak cepat habis.
19	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator memberikan alternatif solusi sesuai teori	Informasi dari BMKG tidak tepat karena kalor yang dibutuhkan pada proses melebur tidak sama dengan kalor yang dibutuhkan pada proses menguap. Pada proses melebur = proses B-C $Q = m L$ $Q = 0,1 \text{ kg} \times 336000 \text{ J/kg}$ $Q = 33600 \text{ J}$ Pada proses menguap = proses D-E $Q = m U$ $Q = 0,1 \text{ kg} \times 2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$ $Q = 2,26 \times 10^5 \text{ J}$ $Q = 226000 \text{ J}$ Maka kalor pada proses melebur dan menguap tidak sama Pernyataan yang benar: Kalor yang dibutuhkan pada proses menguap lebih besar dibandingkan kalor yang dibutuhkan pada proses melebur karena kalor uap air lebih besar dari pada kalor lebur es.
20	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator memberikan alternatif solusi sesuai teori	Dik : $m = 2 \text{ kg}$ $C = 1 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$ $\Delta T = 100 - 30 = 70$ Dit Q? $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $= 2 \cdot 1 \cdot 70$

		= 140 kkal Jadi, kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan 2 kg air dari 30°C hingga 100°C adalah 140 kkal. Jika energi yang tersedia terbatas, siswa dapat mengurangi jumlah air yang dipanaskan, menggunakan wadah yang dapat menghantarkan panas dengan baik, atau menutup wadah saat pemanasan agar kehilangan kalor ke lingkungan dapat dikurangi sehingga penggunaan energi menjadi lebih efisien
21	KBK D6: Memutuskan dan melaksanakan dengan indikator memilih kemungkinan alternatif yang ada	Alternatif jawaban terbaik: Menempelkan cetakan pada benda bersuhu lebih rendah merupakan cara paling efektif karena kalor akan cepat berpindah dari logam panas ke benda yang lebih dingin sehingga suhu cetakan lebih cepat turun. Alasan: - Jika ditempelkan pada benda yang lebih dingin, kalor dari cetakan logam akan berpindah lebih cepat melalui konduksi sehingga suhu logam lebih cepat turun. - Meletakkannya di ruangan terbuka juga membantu pelepasan kalor ke udara melalui konveksi. Membungkus cetakan dengan kain bukan pilihan yang tepat karena kain bersifat isolator sehingga dapat menghambat perpindahan kalor dan membuat logam lebih lama dingin.
22	KBK D6 : Memutuskan dan melaksanakan dengan indikator menentukan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	Karena zatnya sama yaitu air kalor jenis (c) bisa dicoret Maka: $m_1(T_1 - T_c) = m_2(T_c - T_2)$ Substitusi: $200(80 - 40) = m(40 - 20)$ $200(40) = 20m$ $8000 = 20m$ $m = 400 \text{ gram}$ Jadi massa air dingin yang harus ditambahkan adalah 400 gram.

Lampiran 2.5 Kisi – Kisi Tes KBK yang Digunakan

No	Sub Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	No Soal	Jumlah Soal
1	Fenomena Kontekstual Suhu dan Kalor	Merumuskan masalah	Merumuskan masalah disesuaikan dengan narasi masalah		2
			Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	3,4	
2	Perpindahan kalor	Memberikan argumen	Argumen dengan alasan yang sesuai	5	2
			Menunjukkan perbedaan dan persamaan	7	
3	Konsep Suhu dan Kalor (Dasar)	Melakukan deduksi	Mendeduksi secara logis	9	2
			Melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	11	
4	Pemuaian	Melakukan induksi	Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	14	2
			Membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik	16	
5	Perubahan wujud	Melakukan evaluasi	Memberikan solusi/saran sesuai masalah	17	2
			Memberikan alternatif solusi sesuai teori	19	
6	Asas Black	Memutuskan dan melaksanakan	Memilih kemungkinan alternatif yang ada	21	2
			Menentukan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	22	
Total					12 soal

Lampiran 2.6 Pedoman Penskoran Tes KBK yang Digunakan

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator	Kriteria	Poin
1	Merumuskan masalah	a. Rumusan masalah disesuaikan dengan narasi masalah b. Memformulasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberikan arahan untuk memperoleh jawaban	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
2	Memberikan argumen	a. Argumen dengan alasan yang sesuai b. Menunjukkan perbedaan dan persamaan	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
3	Melakukan deduksi	a. Mendedukasi secara logis b. Melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
4	Melakukan induksi	a. Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator	Kriteria	Poin
		b. Membuat generalisasi dari data, membuat tabel dan grafik	Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
5	Melakukan evaluasi	a. Memberikan solusi/saran sesuai masalah b. Memberikan alternatif solusi sesuai dengan teori	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0
6	Memutuskan dan melaksanakan	a. Memilih kemungkinan alternatif yang ada b. Menentukan kemungkinan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	Jika kedua indikator terpenuhi	4
			Jika salah satu indikator terpenuhi	3
			Jika kedua indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tetapi tidak terpenuhi	1
			Jika kedua indikator tidak ada	0

Lampiran 2.7 Tes KBK yang Digunakan

SOAL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

MATERI SUHU DAN KALOR

SMA NEGERI 1 SERIRIT

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskan identitas secara lengkap pada lembar jawaban!
2. Cermatilah seluruh soal dengan baik! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
3. Kerjakanlah soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
4. Kerjakanlah soal dengan baik, mandiri dan jujur!

.....*Berdoa sebelum mengerjakan*.....

1. Perhatikan gambar berikut:



Dua buah es batu diletakkan masing-masing pada piring logam dan piring plastik. Keduanya disinari lampu dengan kondisi yang sama. Setelah beberapa waktu, es pada piring logam lebih cepat mencair dibandingkan es pada piring plastik. Berdasarkan peristiwa tersebut, rumuskanlah satu pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki, dengan memuat variabel jenis bahan piring (logam dan plastik) dan variabel kecepatan mencairnya es.

- 2.



Sebuah beaker (gelas kimia) berisi air panas dimasukkan ke dalam bejana yang berisi air dingin. Beaker tersebut diletakkan di dalam bejana sehingga dapat berinteraksi dengan air di sekitarnya tanpa berpindah tempat. Pada masing-masing wadah dipasang termometer. Setelah 3 menit, suhu air dingin naik dari 20°C menjadi 25°C , sedangkan suhu air panas turun dari 29°C menjadi 25°C hingga keduanya mencapai suhu yang sama. Berdasarkan peristiwa tersebut, rumuskanlah satu pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki, dengan memuat variabel suhu awal kedua air (air panas dan air dingin) dan variabel waktu yang diperlukan hingga mencapai kesetimbangan termal (suhu akhir yang sama).

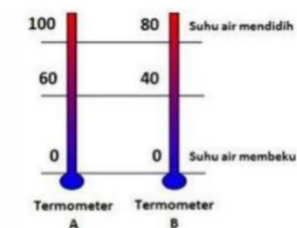
3. Dorkas dan Putri duduk di taman sekolah pada siang hari. Dorkas duduk di bangku besi, sedangkan Putri duduk di bangku kayu. Dorkas merasa bangku besi sangat panas, sementara Putri tidak merasakannya. Pada malam hari, bangku besi terasa lebih dingin dibandingkan bangku kayu. Berdasarkan tabel kalor jenis, diketahui bahwa kalor jenis besi lebih kecil daripada kayu. Menurut pendapatmu, mengapa terjadi perbedaan sensasi panas dan dingin pada kedua bangku tersebut

Nama Zat	Kalor Jenis (c)	
	kcal/kg	J/kg $^{\circ}\text{C}$
Aluminium	0,22	900
Tembaga	0,093	390
Kaca	0,3	840
Besi	0,11	450
Timbal	0,031	130
Marmer	0,21	860
Perak	0,056	230
Kayu	0,4	1.700
Alkohol	0,58	2.400
Raksa	0,033	140
Air = es (-5°C)	0,5	2.100
air (15°C)	1,0	4.186

4. Saat memanaskan air dalam panci, terjadi dua peristiwa. Pertama, gagang panci yang terbuat dari logam ikut terasa panas meskipun tidak terkena api secara langsung. Kedua, air di dalam panci bergerak naik turun saat mulai mendidih. Berdasarkan peristiwa tersebut, bandingkan kedua proses perpindahan kalor tersebut dengan menunjukkan persamaan dan perbedaannya!
5. Nanda mengukur suhu air pada dua wadah yang berbeda. Wadah pertama berisi air es dan wadah kedua berisi air mendidih. Nanda menggunakan termometer A dan termometer B untuk mengukur suhu setiap wadah. Saat Nanda meletakkan kedua termometer padawadah berisi air es, termometer A dan B sama-sama menunjukkan angka 0. Namun pada saat kedua termometer

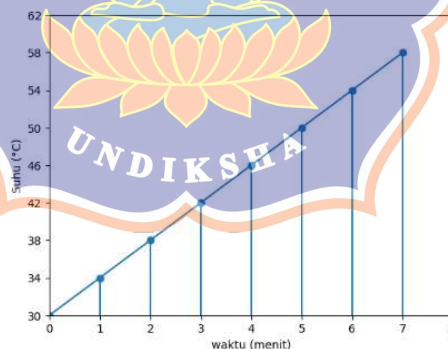


diletakkan pada wadah berisi air mendidih, termometer A menunjukkan angka 100 sedangkan termometer B menunjukkan angka 80. Nanda akhirnya menyimpulkan bahwa jika termometer A menunjukkan angka 60 maka termometer B akan menunjukkan angka 40. Menurutmu, benarkah kesimpulan Nanda tersebut? Berikan alasannya!



Gambar Termometer A dan B menurut Pendapat Nanda

6. Yuda melakukan percobaan untuk menyelidiki faktor yang memengaruhi banyaknya kalor yang diserap suatu benda. Dalam percobaan, Yuda memvariasikan perubahan suhu dan waktu pemanasan, kemudian mencatat hasilnya dalam bentuk grafik. Berdasarkan grafik di bawah, apakah dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu dan waktu pemanasan memengaruhi banyaknya kalor yang diserap? Jelaskan alasanmu secara logis dengan merujuk pada data grafik.



7. Di musim panas, Mona mengalami kesulitan menutup pintu dan jendela kayu di rumahnya karena kayu memuai akibat panas. Pagi hari, pintu dan jendela mudah ditutup, sedangkan pada siang hari menjadi lebih rapat. Tuliskan fakta-fakta yang dapat kamu amati mengenai perubahan kondisi pintu dan jendela pada pagi dan siang hari.
8. Di laboratorium, siswa melakukan percobaan pemuaian cairan. Mereka menyiapkan tabung ukur berisi 100 mL tiga jenis cairan: air, minyak, dan

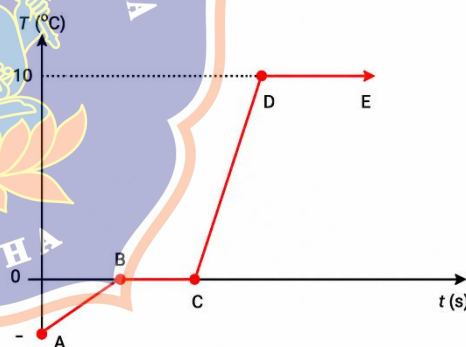
alkohol. Tabung kemudian dipanaskan hingga suhu berbeda, dan siswa mencatat volume akhir setiap cairan. Berikut datanya:

Cairan	Volume Awal (mL)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Volume Akhir (mL)
Air	100	20	40	100,83
Minyak	100	20	40	101,20
Alkohol	100	20	40	101,50
Air	100	20	60	101,66
Minyak	100	20	60	102,40
Alkohol	100	20	60	103,00

Dari data tabel tersebut, Cairan mana yang paling cepat memuai? Bagaimana kenaikan suhu memengaruhi pemuaian volume?

9. Di sebuah ruangan, suhu udara adalah 30°C , sedangkan suhu permukaan kaca jendela adalah 20°C . Kondensasi pada kaca akan terjadi jika selisih suhu udara dan permukaan kaca 9°C atau lebih. Hitung selisih suhu yang terjadi, kemudian tentukan apakah embun akan terbentuk pada kaca jendela tersebut. Jika iya, berikan saran yang dapat dilakukan agar kaca tidak mudah berembun.

10. Menurut informasi dari BMKG, 100 gram es dengan suhu awal -10°C dipanaskan hingga menguap seperti ditunjukkan pada grafik proses A–E. BMKG menyatakan bahwa kalor yang dibutuhkan pada proses melebur sama dengan kalor yang dibutuhkan pada proses menguap. Berdasarkan data yang diberikan, evaluasilah kebenaran informasi tersebut melalui perhitungan yang tepat. Jika informasi tersebut tidak sesuai teori, berikan pernyataan yang benar berdasarkan hasil analisismu! (Kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 336000 J/kg , dan kalor uap air = $2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$)



11. Seorang pengrajin ingin menggunakan kembali cetakan logam yang masih panas setelah dipakai. Agar dapat digunakan lebih cepat, ia mempertimbangkan beberapa cara, seperti meletakkannya di ruangan terbuka, membungkusnya dengan kain, atau menempelkannya pada benda lain yang

bersuhu lebih rendah. tentukan cara yang paling tepat untuk mempercepat penurunan suhu cetakan logam tersebut dan berikan alasanmu!

12. Clara ingin membuat air hangat untuk menyeduh susu. Ia memiliki 200 gram air panas bersuhu 80°C dan air dingin bersuhu 20°C . Agar suhu campuran menjadi 40°C , Clara harus menentukan banyak air dingin yang perlu dicampurkan. Berdasarkan konsep Asas Black, tentukan massa air dingin yang harus ditambahkan Clara agar diperoleh suhu yang diinginkan!



Lampiran 2.8 Pembahasan Tes KBK yang Digunakan

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
3	KBK D1: Merumuskan masalah dengan indikator Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	1. Bagaimana pengaruh jenis bahan piring (logam dan plastik) terhadap kecepatan mencairnya es batu yang diletakkan di atasnya? 2. Apakah jenis bahan piring (logam atau plastik) memengaruhi kecepatan mencairnya es batu? 3. Adakah hubungan antara jenis bahan piring dengan laju/kecepatan mencairnya es batu di atasnya? 4. Mengapa es batu pada piring logam mencair lebih cepat dibandingkan es batu pada piring plastik?
4	KBK D1 : Merumuskan masalah dengan indikator Memformalisasikan dalam bentuk pertanyaan yang memberi arahan untuk memperoleh jawaban	1. Bagaimana pengaruh perbedaan suhu awal antara air panas dan air dingin terhadap waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan termal (suhu akhir yang sama). 2. Apakah terdapat hubungan antara perbedaan suhu awal dua zat cair dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan termal? 3. Bagaimana proses perpindahan kalor terjadi antara air panas dan air dingin hingga keduanya mencapai suhu yang sama?" (catatan: alternatif ini masih dapat diterima karena tetap berbentuk pertanyaan investigatif, bukan penjelasan)
5	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator argumen dengan alasan yang sesuai	Perbedaan sensasi panas dan dingin pada bangku besi dan bangku kayu terjadi karena kedua bahan memiliki kalor jenis yang berbeda. Berdasarkan tabel, kalor jenis besi lebih kecil daripada kayu, yaitu $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ sedangkan kayu $1.700 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. Karena kalor jenis besi lebih kecil, besi lebih cepat menyerap dan melepaskan kalor dibandingkan kayu. Pada siang hari, bangku besi cepat panas karena cepat menyerap kalor dari matahari, sehingga terasa lebih panas. Sebaliknya, kayu lebih lambat menyerap kalor sehingga tidak terlalu panas. Pada

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
		malam hari, besi juga lebih cepat melepaskan kalor sehingga terasa lebih dingin dibandingkan kayu.
7	KBK D2 : Memberikan Argumen dengan indikator menentukan perbedaan dan persamaan	Kedua peristiwa tersebut memiliki persamaan, yaitu sama-sama merupakan proses perpindahan kalor dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Pada kedua peristiwa, kalor berasal dari api lalu berpindah hingga menyebabkan perubahan suhu. Perbedaannya terletak pada cara perpindahan kalornya. Pada gagang panci logam, kalor berpindah secara konduksi karena panas merambat melalui benda padat tanpa disertai perpindahan zat. Sementara itu, pada air di dalam panci, kalor berpindah secara konveksi karena panas disertai perpindahan zat cair yang ditandai dengan gerakan air naik dan turun saat mendidih. Jadi, konduksi terjadi pada zat padat tanpa perpindahan partikel, sedangkan konveksi terjadi pada zat cair atau gas dengan perpindahan partikel.
9	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator mendeduksi secara logis	Termometer A merupakan termometer Celsius dan termometer B merupakan termometer Reamur Kriteria: Kesimpulan Tia salah. Termometer A memiliki titik beku 0 dan titik didih 100, maka termometer A merupakan termometer Celsius. Sementara itu, termometer B memiliki titik beku 0 dan titik didih 80 merupakan termometer Reamur. Dengan demikian jika termometer A menunjukkan angka 60 maka: $\frac{60^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{R}{80}$ $R = 60 \times 80 / 100$ $R = 48^{\circ}\text{R}$ Jadi jika termometer A menunjukkan angka 60 maka termometer B akan menunjukkan angka 48.

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
11	KBK D3 : Melakukan deduksi dengan indikator melakukan interpretasi terhadap pertanyaan	Berdasarkan grafik percobaan Yuda, terlihat bahwa semakin lama pemanasan, kalor yang diterima air semakin besar dan suhu air meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pemanasan memengaruhi kalor yang diserap. Selain itu, kenaikan suhu yang sama pada air dengan massa lebih besar membutuhkan kalor yang lebih banyak, sehingga besarnya kalor juga bergantung pada perubahan suhu dan massa benda, sesuai dengan persamaan $Q = mc\Delta t.$ Dengan demikian, grafik tersebut dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa faktor yang memengaruhi kalor yang diserap adalah perubahan suhu dan waktu pemanasan.
14	KBK D4 : Melakukan induksi dengan indikator melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap	Fakta-fakta yang dapat diamati: 1. Pada pagi hari, pintu dan jendela kayu mudah dibuka dan ditutup. 2. Suhu udara pada pagi hari lebih rendah/dingin. 3. Pada siang hari, pintu dan jendela terasa lebih rapat dan sulit ditutup. 4. Suhu udara pada siang hari lebih tinggi/panas. 5. Kayu mengalami pemuaian ketika terkena panas. 6. Ukuran kayu bertambah sedikit pada siang hari sehingga pintu dan jendela menjadi sempit atau macet. 7. Perubahan ukuran kayu dipengaruhi oleh perubahan suhu
16	KBK D4 : Melakukan induksi dengan indikator membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik	Berdasarkan data pada tabel, alkohol merupakan cairan yang paling cepat memuai. Pada suhu 60°C, volume alkohol bertambah dari 100 mL menjadi 103,00 mL, sedangkan minyak menjadi 102,40 mL dan air menjadi 101,66 mL. Hal ini menunjukkan bahwa alkohol mengalami pertambahan volume paling besar dibandingkan cairan lainnya. Kenaikan suhu menyebabkan volume cairan bertambah. Semakin besar

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
		kenaikan suhu, semakin besar pula pertambahan volume yang terjadi. Hal ini terlihat pada air, minyak, dan alkohol yang memiliki volume akhir lebih besar pada suhu 60°C dibandingkan pada suhu 40°C. Dengan demikian, pemuaian volume cairan dipengaruhi oleh jenis cairan dan besar kenaikan suhu.
17	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator memberikan solusi/saran sesuai masalah	Diketahui: Suhu udara = 30°C Suhu permukaan kaca = 20°C Kondensasi terjadi jika selisih suhu $\geq 9^\circ\text{C}$ Selisih suhu: $30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$ Karena selisih suhu sebesar 10°C dan lebih besar dari 9°C, maka embun akan terbentuk pada kaca jendela. Saran agar kaca tidak mudah berembun: 4. Mengurangi perbedaan suhu antara udara dan kaca, misalnya dengan membuka ventilasi agar sirkulasi udara lebih baik. 5. Mengurangi kelembapan ruangan. 6. Menggunakan kaca ganda atau menghangatkan permukaan kaca agar suhu kaca tidak terlalu dingin.
19	KBK D5 : Melakukan evaluasi dengan indikator memberikan alternatif solusi sesuai teori	Informasi dari BMKG tidak tepat karena kalor yang dibutuhkan pada proses melebur tidak sama dengan kalor yang dibutuhkan pada proses menguap. Pada proses melebur = proses B-C $Q = m L$ $Q = 0,1 \text{ kg} \times 336000 \text{ J/kg}$ $Q = 33600 \text{ J}$ Pada proses menguap = proses D-E $Q = m U$ $Q = 0,1 \text{ kg} \times 2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$ $Q = 2,26 \times 10^5 \text{ J}$ $Q = 226000 \text{ J}$ Maka kalor pada proses melebur dan menguap tidak sama

Nomor Soal	Dimensi/Indikator	Pembahasan
		Pernyataan yang benar: Kalor yang dibutuhkan pada proses menguap lebih besar dibandingkan kalor yang dibutuhkan pada proses melebur karena kalor uap air lebih besar dari pada kalor lebur es.
21	KBK D6: Memutuskan dan melaksanakan dengan indikator memilih kemungkinan alternatif yang ada	Alternatif jawaban terbaik: Menempelkan cetakan pada benda bersuhu lebih rendah merupakan cara paling efektif karena kalor akan cepat berpindah dari logam panas ke benda yang lebih dingin sehingga suhu cetakan lebih cepat turun. Alasan: - Jika ditempelkan pada benda yang lebih dingin, kalor dari cetakan logam akan berpindah lebih cepat melalui konduksi sehingga suhu logam lebih cepat turun. - Meletakkannya di ruangan terbuka juga membantu pelepasan kalor ke udara melalui konveksi. - Membungkus cetakan dengan kain bukan pilihan yang tepat karena kain bersifat isolator sehingga dapat menghambat perpindahan kalor dan membuat logam lebih lama dingin.
22	KBK D6 : Memutuskan dan melaksanakan dengan indikator menentukan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori	Karena zatnya sama yaitu air kalor jenis (c) bisa dicoret Maka: $m_1(T_1 - T_c) = m_2(T_c - T_2)$ Substitusi: $200(80 - 40) = m(40 - 20)$ $200(40) = 20m$ $8000 = 20m$ $m = 400 \text{ gram}$ Jadi massa air dingin yang harus ditambahkan adalah 400 gram.

LAMPIRAN III
HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN



- Lampiran 3.1 Data Hasil Uji Coba Tes KBK
- Lampiran 3.2 Analisis IDB dan IKB Tes KBK
- Lampiran 3.3 *Output* SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir Tes KBK
- Lampiran 3.4 *Output* SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes KBK
- Lampiran 3.5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes KBK



Lampiran 3.1 Data Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Sekolah Uji Coba : SMA Negeri 4 Singaraja

Kelas : XII-J dan XII-K

Jumlah Responden : 74 Orang

Jumlah soal : 22 butir

No. Resp onde n	Skor Perbutir																						Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Siswa 1	4	4	2	0	3	3	1	2	3	4	1	4	2	4	4	3	3	4	2	4	1	2	60
Siswa 2	4	4	4	4	2	3	1	2	2	4	3	3	0	0	2	1	3	4	0	3	3	3	55
Siswa 3	3	4	0	4	2	3	1	4	4	4	1	3	0	4	3	3	4	3	2	4	3	1	60
Siswa 4	3	3	0	2	2	0	2	4	2	4	2	4	0	1	2	2	3	3	0	3	1	2	45
Siswa 5	2	3	0	2	0	3	3	3	3	3	2	4	1	4	0	3	0	3	2	3	3	3	50
Siswa 6	4	4	4	4	3	3	3	2	4	4	3	3	1	0	2	0	0	3	4	3	4	3	61
Siswa 7	4	2	4	2	3	3	3	2	2	3	3	3	1	0	3	3	4	4	3	3	3	2	60
Siswa 8	4	4	4	2	3	4	2	3	1	4	1	4	2	2	1	3	3	3	2	2	3	2	59
Siswa 9	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	2	3	70
Siswa 10	4	3	0	0	3	3	3	2	3	3	3	3	1	0	3	0	3	3	3	3	3	3	52
Siswa 11	4	3	0	0	1	3	1	2	4	2	3	3	0	3	3	0	2	2	1	2	0	2	41
Siswa 12	3	3	4	1	3	3	3	3	3	4	2	4	1	2	4	1	2	4	2	2	4	4	62
Siswa 13	4	4	3	1	4	2	3	3	0	4	1	4	3	4	3	0	2	4	1	2	0	0	52
Siswa 14	4	4	1	4	2	2	3	2	0	4	0	4	2	2	1	2	4	4	1	1	0	0	47
Siswa 15	4	4	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	0	2	3	3	1	4	1	4	2	1	58
Siswa 16	3	4	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	1	2	4	3	2	4	3	2	2	1	55
Siswa 17	3	2	3	2	1	3	3	3	2	4	3	4	2	3	3	2	4	4	2	3	0	0	56
Siswa 18	3	4	4	3	1	6	2	2	0	4	3	3	2	1	3	3	3	4	3	4	3	2	63
Siswa 19	4	4	0	1	0	3	3	2	4	4	2	3	1	2	1	4	0	4	3	1	3	3	52
Siswa 20	4	3	0	0	3	3	3	2	2	2	2	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3	0	53
Siswa 21	3	3	3	3	2	4	3	3	1	4	2	2	2	2	3	3	2	3	0	1	2	0	51
Siswa 22	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	2	1	3	2	2	4	2	3	3	2	1	4	61

No. Res ponde n	Skor Perbutir																					Total Skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22
Siswa 23	4	4	3	3	2	4	2	2	3	1	3	3	2	0	3	0	1	2	3	2	4	2	53
Siswa 24	3	4	4	3	0	3	2	4	3	4	3	3	2	3	0	2	4	4	1	2	3	3	60
Siswa 25	4	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	0	1	3	3	3	4	2	3	4	3	59
Siswa 26	0	0	3	0	2	2	1	0	0	0	1	3	0	2	1	3	4	3	0	0	0	0	25
Siswa 27	4	3	4	2	2	4	0	4	1	2	0	4	0	0	2	3	3	4	0	4	1	1	48
Siswa 28	4	4	4	3	3	2	4	3	3	4	3	2	0	2	0	3	3	4	2	1	1	1	56
Siswa 29	4	4	4	0	2	3	3	3	3	2	2	3	2	1	1	3	0	3	3	3	4	1	54
Siswa 30	3	3	0	3	3	3	4	4	3	4	2	1	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	63
Siswa 31	4	4	1	0	0	4	1	3	1	3	2	0	1	0	0	2	0	4	0	4	0	1	35
Siswa 32	3	4	0	0	0	4	2	4	2	4	1	4	2	0	2	2	0	4	0	4	0	2	44
Siswa 33	4	3	4	3	3	3	3	2	3	4	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3	4	2	66
Siswa 34	3	2	3	3	0	2	2	4	1	3	3	2	0	4	3	2	2	3	0	2	2	4	50
Siswa 35	4	4	0	3	4	3	4	2	0	3	1	0	2	4	1	1	0	2	2	0	0	3	43
Siswa 36	4	4	2	0	2	4	0	4	1	4	3	3	1	3	0	2	3	4	3	4	3	0	54
Siswa 37	4	0	3	1	3	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Siswa 38	4	0	2	2	4	4	4	1	3	0	2	3	0	2	4	3	2	3	4	0	4	4	55
Siswa 39	3	2	4	3	1	1	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	0	2	3	65
Siswa 40	1	2	1	2	4	3	3	2	2	4	4	3	2	4	2	3	4	4	3	4	4	4	65
Siswa 41	2	0	3	2	2	4	4	3	4	3	4	3	2	2	3	2	3	4	3	2	4	3	62
Siswa 42	1	0	1	3	4	3	1	3	4	3	4	4	0	4	4	3	2	4	1	3	3	4	59
Siswa 43	4	2	3	2	4	4	3	4	3	2	4	3	4	3	0	3	0	4	4	4	3	1	64
Siswa 44	4	4	1	3	1	4	4	1	3	3	2	4	3	2	3	4	2	3	4	4	3	3	65
Siswa 45	1	2	3	3	2	2	1	4	2	4	4	1	2	4	2	2	4	3	3	4	4	2	59
Siswa 46	1	3	3	3	4	4	4	1	3	3	4	2	2	3	3	2	2	4	3	4	3	1	62
Siswa 47	4	4	4	4	4	2	3	2	3	1	3	4	2	4	3	3	4	4	3	4	2	3	70
Siswa 48	4	3	3	4	1	3	3	4	2	4	1	2	3	4	2	1	4	2	3	3	3	3	62

No. Res ponde n	Skor Perbutir																						Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Siswa 49	3	4	2	4	2	3	4	3	3	4	1	3	4	4	1	2	2	4	4	4	3	2	66
Siswa 50	4	4	3	4	4	0	4	3	4	4	2	1	1	3	2	3	4	2	4	2	3	4	65
Siswa 51	4	1	3	2	0	4	4	2	4	3	3	0	1	4	4	3	4	3	2	1	3	4	59
Siswa 52	4	4	4	2	2	1	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4	0	4	3	4	4	4	72
Siswa 53	4	2	4	1	4	4	2	4	3	3	4	2	0	2	3	4	4	2	4	3	4	3	66
Siswa 54	4	1	4	2	4	2	1	3	4	3	3	3	3	3	2	4	0	4	3	4	4	4	65
Siswa 55	3	1	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	1	3	4	4	4	3	3	3	0	3	65
Siswa 56	3	3	4	3	3	2	3	4	4	2	1	3	4	3	4	4	4	2	2	0	2	3	63
Siswa 57	4	1	3	3	2	4	3	2	4	0	4	4	1	3	2	4	3	1	2	4	3	4	61
Siswa 58	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	2	2	4	4	3	3	2	1	3	71
Siswa 59	2	3	3	2	2	4	4	1	3	3	3	2	3	4	3	4	4	4	3	0	3	4	64
Siswa 60	4	4	3	4	3	3	2	2	3	0	3	4	3	2	3	1	3	0	3	3	0	4	57
Siswa 61	2	3	1	3	2	3	4	3	4	4	2	1	0	3	4	3	4	4	4	4	4	2	64
Siswa 62	0	1	1	0	0	0	2	4	2	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	3	1	19
Siswa 63	4	3	1	4	4	3	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	1	4	4	4	4	3	71
Siswa 64	4	4	2	4	3	3	3	4	2	4	4	1	4	2	3	3	3	0	4	2	2	4	65
Siswa 65	3	4	4	2	0	4	1	4	3	4	4	4	3	4	1	2	4	3	3	3	3	3	66
Siswa 66	4	3	4	2	2	1	2	1	3	4	2	2	3	4	4	3	3	1	2	2	2	0	54
Siswa 67	3	2	4	3	4	1	4	3	4	3	3	3	2	1	4	3	4	3	1	3	1	2	61
Siswa 68	3	3	0	1	4	0	0	0	0	3	3	4	0	3	0	3	2	0	0	0	4	2	35
Siswa 69	2	1	0	3	3	3	2	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	1	67
Siswa 70	2	3	4	3	3	1	4	4	4	3	3	1	0	3	3	2	1	4	4	3	4	4	63
Siswa 71	4	2	0	4	3	4	4	2	3	4	3	1	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	69
Siswa 72	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	2	3	4	3	4	1	4	70
Siswa 73	3	2	2	3	3	1	4	4	3	1	4	3	4	3	2	4	4	2	3	3	4	3	65
Siswa 74	4	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	4	70

Kelompok atas 27% (20 Responden)

No. Responden	Skor Perbutir																						Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
52	4	4	4	2	2	1	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4	0	4	3	4	4	4	72
58	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	2	2	4	4	3	3	2	1	3	71
63	4	3	1	4	4	3	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	1	4	4	4	4	3	71
9	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	2	3	70
47	4	4	4	4	4	2	3	2	3	1	3	4	2	4	3	3	4	4	3	4	2	3	70
72	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	2	3	4	3	4	1	4	70
74	4	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	4	70
71	4	2	0	4	3	4	4	2	3	4	3	1	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	69
69	2	1	0	3	3	3	2	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	1	67
33	4	3	4	3	3	3	3	2	3	4	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3	4	2	66
49	3	4	2	4	2	3	4	3	3	4	1	3	4	4	1	2	2	4	4	4	3	2	66
53	4	2	4	1	4	4	2	4	3	3	4	2	0	2	3	4	4	2	4	3	4	3	66
65	3	4	4	2	0	4	1	4	3	4	4	4	3	4	1	2	4	3	3	3	3	3	66
39	3	2	4	3	1	1	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	0	2	3	65
40	1	2	1	2	4	3	3	2	2	4	4	3	2	4	2	3	4	4	3	4	4	4	65
44	4	4	1	3	1	4	4	1	3	3	2	4	3	2	3	4	2	3	4	4	3	3	65
50	4	4	3	4	4	0	4	3	4	4	2	1	1	3	2	3	4	2	4	2	3	4	65
54	4	1	4	2	4	2	1	3	4	3	3	3	3	3	2	4	0	4	3	4	4	4	65
55	3	1	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	1	3	4	4	4	3	3	3	0	3	65
64	4	4	2	4	3	3	3	4	2	4	4	1	4	2	3	3	3	0	4	2	2	4	65

Kelompok kelas Bawah 27% (20 Responden)

No. Res p o n d e n	Skor Perbutir																					Total Skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22
66	4	3	4	2	2	1	2	1	3	4	2	2	3	4	4	3	3	1	2	2	2	0	54
20	4	3	0	0	3	3	3	2	2	2	2	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3	0	53
23	4	4	3	3	2	4	2	2	3	1	3	3	2	0	3	0	1	2	3	2	4	2	53
10	4	3	0	0	3	3	3	2	3	3	3	3	1	0	3	0	3	3	3	3	3	3	52
13	4	4	3	1	4	2	3	3	0	4	1	4	3	4	3	0	2	4	1	2	0	0	52
19	4	4	0	1	0	3	3	2	4	4	2	3	1	2	1	4	0	4	3	1	3	3	52
21	3	3	3	3	2	4	3	3	1	4	2	2	2	2	3	3	2	3	0	1	2	0	51
5	2	3	0	2	0	3	3	3	3	3	2	4	1	4	0	3	0	3	2	3	3	3	50
34	3	2	3	3	0	2	2	4	1	3	3	2	0	4	3	2	2	3	0	2	2	4	50
27	4	3	4	2	2	4	0	4	1	2	0	4	0	0	2	3	3	4	0	4	1	1	48
14	4	4	1	4	2	2	3	2	0	4	0	4	2	2	1	2	4	4	1	1	0	0	47

No. Resp onde n	Skor Perbutir																						Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
4	3	3	0	2	2	0	2	4	2	4	2	4	0	1	2	2	3	3	0	3	1	2	45
32	3	4	0	0	0	4	2	4	2	4	1	4	2	0	2	2	0	4	0	4	0	2	44
35	4	4	0	3	4	3	4	2	0	3	1	0	2	4	1	1	0	2	2	0	0	3	43
11	4	3	0	0	1	3	1	2	4	2	3	3	0	3	3	0	2	2	1	2	0	2	41
31	4	4	1	0	0	4	1	3	1	3	2	0	1	0	0	2	0	4	0	4	0	1	35
68	3	3	0	1	4	0	0	0	0	3	3	4	0	3	0	3	2	0	0	0	4	2	35
26	0	0	3	0	2	2	1	0	0	0	1	3	0	2	1	3	4	3	0	0	0	0	25
37	4	0	3	1	3	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
62	0	1	1	0	0	0	2	4	2	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	3	1	19



Lampiran 3.2 Hasil Analisis IDB dan IKB Tes KBK

1. Analisis Indeks Daya Beda Butir (IDB)

Butir soal 1-10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jumlah Responden	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Kelompok atas dan bawah (N)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Jumlah skor kelas atas (H)	70	60	54	64	58	57	61	62	65	66
Jumlah skor kelas bawah (L)	65	58	29	28	36	51	43	50	32	53
Skor maksimum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Skor minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Skor maks)-(skor min)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$\Sigma H - \Sigma L$	5	2	25	36	22	6	18	12	33	13
$N * (\text{Skor max} - \text{Skor min})$	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Indeks Daya Beda Butir	0.0625	0.025	0.3125	0.45	0.275	0.075	0.225	0.15	0.4125	0.1625
Hasil IDB	Sangat rendah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Sangat rendah	Rendah	Sangat rendah	Sedang	Sangat rendah

Butir soal 11-22

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Jumlah Responden	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Kelompok atas dan bawah (N)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Jumlah skor kelas atas (H)	59	61	55	60	61	65	57	64	67	64	56	63
Jumlah skor kelas bawah (L)	34	52	23	39	35	36	36	53	20	37	31	29
Skor maksimum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Skor minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Skor maks)-(skor min)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$\Sigma H - \Sigma L$	25	9	32	21	26	29	21	11	47	27	25	34
$N * (\text{Skor max} - \text{Skor min})$	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Indeks Daya Beda Butir	0.3125	0.1125	0.4	0.2625	0.325	0.3625	0.2625	0.1375	0.5875	0.3375	0.3125	0.425
Hasil IDB	Rendah	Sangat Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sangat Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Sedang

2. Analisis Indeks Kesukaran Butir (IKB)

Butir soal 1-10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jumlah Responden	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Kelompok atas dan bawah (N)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Jumlah skor kelas atas (H)	70	60	54	64	58	57	61	62	65	66
Jumlah skor kelas bawah (L)	65	58	29	28	36	51	43	50	32	53
Skor maksimum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Skor minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2(N) * Skor min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Skor maks) - (Skor min)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$\Sigma H + \Sigma L - (2N \times \text{Skor min})$	135	118	83	92	94	108	104	112	97	119
2N * (Skor max - Skor min)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Indeks Kesukaran Butir	0.84375	0.7375	0.51875	0.575	0.5875	0.675	0.65	0.7	0.60625	0.74375
Hasil IKB	Sangat Mudah	Mudah	sedang	sedang	sedang	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah

Butir soal 11-22

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Jumlah Responden	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Kelompok atas dan bawah (N)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Jumlah skor kelas atas (H)	59	61	55	60	61	65	57	64	67	64	56	63
Jumlah skor kelas bawah (L)	34	52	23	39	35	36	36	53	20	37	31	29
Skor maksimum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Skor minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2(N) * Skor min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Skor maks) - (Skor min)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$\Sigma H + \Sigma L - (2N \times \text{Skor min})$	93	113	78	99	96	101	93	117	87	101	87	92
2N * (Skor max - Skor min)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Indeks Kesukaran Butir	0.58125	0.70625	0.4875	0.61875	0.6	0.63125	0.58125	0.73125	0.54375	0.63125	0.54375	0.575
Hasil IKB	sedang	mudah	sedang	mudah	mudah	mudah	sedang	mudah	sedang	mudah	sedang	sedang

Lampiran 3.3 Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir dari Hasil Uji Coba

Butir soal 1-10

		Correlations							
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
B1	Pearson Correlation	1	.425**	.132	.107	.117	.196	.053	.005
	Sig. (2-tailed)		.000	.264	.366	.321	.095	.655	.965
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B2	Pearson Correlation	.425**	1	.009	.171	-.089	.008	-.056	.080
	Sig. (2-tailed)	.000		.942	.146	.448	.949	.636	.496
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B3	Pearson Correlation	.132	.009	1	.207	.113	.029	.101	.067
	Sig. (2-tailed)	.264	.942		.077	.339	.808	.392	.572
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B4	Pearson Correlation	.107	.171	.207	1	.240*	-.007	.344**	.162
	Sig. (2-tailed)	.366	.146	.077		.039	.950	.003	.167
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B5	Pearson Correlation	.117	-.089	.113	.240*	1	-.128	.168	-.122
	Sig. (2-tailed)	.321	.448	.339	.039		.278	.152	.299
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B6	Pearson Correlation	.196	.008	.029	-.007	-.128	1	-.011	-.063
	Sig. (2-tailed)	.095	.949	.808	.950	.278		.924	.592
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B7	Pearson Correlation	.053	-.056	.101	.344**	.168	-.011	1	-.042
	Sig. (2-tailed)	.655	.636	.392	.003	.152	.924		.721
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B8	Pearson Correlation	.005	.080	.067	.162	-.122	-.063	-.042	1
	Sig. (2-tailed)	.965	.496	.572	.167	.299	.592	.721	
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B9	Pearson Correlation	.015	-.084	.076	.285*	.091	-.073	.300**	.148
	Sig. (2-tailed)	.897	.478	.521	.014	.440	.539	.010	.209
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
B10	Pearson Correlation	.079	.421**	-.039	.195	-.100	.020	.030	.208
	Sig. (2-tailed)	.502	.000	.742	.095	.396	.867	.801	.075
	N	74	74	74	74	74	74	74	74
Jumlah	Pearson Correlation	.209	.202	.303**	.593**	.314**	.175	.379**	.228
	Sig. (2-tailed)	.073	.085	.009	.000	.006	.137	.001	.050
	N	74	74	74	74	74	74	74	74

		B9	B10	Jumlah
B1	Pearson Correlation	.015	.079	.209
	Sig. (2-tailed)	.897	.502	.073
	N	74	74	74
B2	Pearson Correlation	-.084	.421**	.202
	Sig. (2-tailed)	.478	.000	.085
	N	74	74	74
B3	Pearson Correlation	.076	-.039	.303**
	Sig. (2-tailed)	.521	.742	.009
	N	74	74	74
B4	Pearson Correlation	.285*	.195	.593**
	Sig. (2-tailed)	.014	.095	.000
	N	74	74	74
B5	Pearson Correlation	.091	-.100	.314**
	Sig. (2-tailed)	.440	.396	.006
	N	74	74	74
B6	Pearson Correlation	-.073	.020	.175
	Sig. (2-tailed)	.539	.867	.137
	N	74	74	74
B7	Pearson Correlation	.300**	.030	.379**
	Sig. (2-tailed)	.010	.801	.001
	N	74	74	74
B8	Pearson Correlation	.148	.208	.228
	Sig. (2-tailed)	.209	.075	.050
	N	74	74	74
B9	Pearson Correlation	1	.019	.594**
	Sig. (2-tailed)		.874	.000
	N	74	74	74
B10	Pearson Correlation	.019	1	.375**
	Sig. (2-tailed)	.874		.001
	N	74	74	74
Jumlah	Pearson Correlation	.594**	.375**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	
	N	74	74	74

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Butir soal 11-22

		Correlations								
		B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19
B11	Pearson Correlation	1	.085	.139	.144	.164	.208	.197	.025	.405**
	Sig. (2-tailed)		.470	.238	.221	.162	.075	.092	.834	.000

	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B12	Pearson Correlation	.085	1	.139	-.022	.132	.133	.110	.258*	-.011
	Sig. (2-tailed)	.470		.236	.854	.261	.259	.352	.026	.925
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B13	Pearson Correlation	.139	.139	1	.267*	.193	.254*	.080	.024	.454**
	Sig. (2-tailed)	.238	.236		.022	.100	.029	.500	.836	.000
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B14	Pearson Correlation	.144	-.022	.267*	1	.130	.223	.183	-.005	.215
	Sig. (2-tailed)	.221	.854	.022		.268	.056	.119	.964	.066
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B15	Pearson Correlation	.164	.132	.193	.130	1	.227	.291*	.174	.304**
	Sig. (2-tailed)	.162	.261	.100	.268		.052	.012	.138	.008
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B16	Pearson Correlation	.208	.133	.254*	.223	.227	1	.224	.199	.305**
	Sig. (2-tailed)	.075	.259	.029	.056	.052		.055	.089	.008
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B17	Pearson Correlation	.197	.110	.080	.183	.291*	.224	1	.013	.107
	Sig. (2-tailed)	.092	.352	.500	.119	.012	.055		.909	.364
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B18	Pearson Correlation	.025	.258*	.024	-.005	.174	.199	.013	1	.105
	Sig. (2-tailed)	.834	.026	.836	.964	.138	.089	.909		.375
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B19	Pearson Correlation	.405**	-.011	.454**	.215	.304**	.305**	.107	.105	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.925	.000	.066	.008	.008	.364	.375	
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B20	Pearson Correlation	.253*	.238*	.186	.004	.178	.158	-.018	.418**	.268*
	Sig. (2-tailed)	.030	.041	.113	.973	.129	.178	.876	.000	.021
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B21	Pearson Correlation	.385**	-.034	.054	.131	.124	.234*	-.034	.098	.492**
	Sig. (2-tailed)	.001	.770	.646	.267	.294	.045	.772	.406	.000

	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
B22	Pearson Correlation	.374**	.004	.132	.208	.287*	.205	.048	-.046	.388**
	Sig. (2-tailed)	.001	.975	.261	.076	.013	.080	.684	.699	.001
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Jumlah	Pearson Correlation	.477**	.258*	.530**	.305**	.529**	.482**	.322**	.378**	.721**
	Sig. (2-tailed)	.000	.026	.000	.008	.000	.000	.005	.001	.000
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	74

		B20	B21	B22	Jumlah
B11	Pearson Correlation	.253*	.385**	.374**	.477**
	Sig. (2-tailed)	.030	.001	.001	.000
	N	74	74	74	74
B12	Pearson Correlation	.238*	-.034	.004	.258*
	Sig. (2-tailed)	.041	.770	.975	.026
	N	74	74	74	74
B13	Pearson Correlation	.186	.054	.132	.530**
	Sig. (2-tailed)	.113	.646	.261	.000
	N	74	74	74	74
B14	Pearson Correlation	.004	.131	.208	.305**
	Sig. (2-tailed)	.973	.267	.076	.008
	N	74	74	74	74
B15	Pearson Correlation	.178	.124	.287*	.529**
	Sig. (2-tailed)	.129	.294	.013	.000
	N	74	74	74	74
B16	Pearson Correlation	.158	.234*	.205	.482**
	Sig. (2-tailed)	.178	.045	.080	.000
	N	74	74	74	74
B17	Pearson Correlation	-.018	-.034	.048	.322**
	Sig. (2-tailed)	.876	.772	.684	.005
	N	74	74	74	74
B18	Pearson Correlation	.418**	.098	-.046	.378**
	Sig. (2-tailed)	.000	.406	.699	.001
	N	74	74	74	74
B19	Pearson Correlation	.268*	.492**	.388**	.721**
	Sig. (2-tailed)	.021	.000	.001	.000
	N	74	74	74	74
B20	Pearson Correlation	1	.216	.044	.483**
	Sig. (2-tailed)		.065	.710	.000
	N	74	74	74	74
B21	Pearson Correlation	.216	1	.323**	.413**
	Sig. (2-tailed)	.065		.005	.000
	N	74	74	74	74
B22	Pearson Correlation	.044	.323**	1	.506**
	Sig. (2-tailed)	.710	.005		.000

	N	74	74	74	74
Jumlah	Pearson Correlation	.483**	.413**	.506**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	
	N	74	74	74	74

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Lampiran 3.4 Output SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes KBK

Pertama, untuk 22 butir soal uji coba

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	74	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	74	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.752	22

Hasil Uji : 0,752

Kriteria : Reliabel

Kedua, terhadap 12 butir soal yang terpilih untuk digunakan dalam penelitian.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	74	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	74	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.748	12

Hasil Uji : 0,748

Kriteria : Reliabel

Lampiran 3.5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes KBK

No	Indeks Daya Beda Kriteria IDB IDB> 0,20		Indeks Kesukaran Butir Kriteria IKB IKB=0,30 0,70		Konsistensi Internal Butir Kriteria KIB r hitung > 0,30		Keputusan
	d_{hitung}	Kriteria	I_{hitung}	Kriteria	r_{hitung}	Kriteria	
1	0.0625	Sangat rendah	0.84375	Sangat Mudah	0,209	Tidak konsisten	Tidak Digunakan
2	0.025	Sangat Rendah	0.7375	Mudah	0,202	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
3	0.3125	Rendah	0.51875	sedang	0,303	Konsisten	Digunakan
4	0.45	Sedang	0.575	sedang	0,593	Konsisten	Digunakan
5	0.275	Rendah	0.5875	sedang	0,314	Konsisten	Digunakan
6	0.075	Sangat rendah	0.675	mudah	0,175	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
7	0.225	Rendah	0.65	mudah	0,379	Konsisten	Digunakan
8	0.15	Sangat rendah	0.7	mudah	0,228	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
9	0.4125	Sedang	0.60625	mudah	0,594	Konsisten	Digunakan
10	0.1625	Sangat rendah	0.74375	mudah	0,375	Konsisten	Tidak Digunakan
11	0.3125	Rendah	0.58125	sedang	0,477	Konsisten	Digunakan
12	0.1125	Sangat Rendah	0.70625	mudah	0,258	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
13	0.4	Sedang	0.4875	sedang	0,530	Konsisten	Digunakan
14	0.2625	Rendah	0.61875	mudah	0,305	Konsisten	Digunakan
15	0.325	Rendah	0.6	mudah	0,529	Konsisten	Digunakan
16	0.3625	Rendah	0.63125	mudah	0,482	Konsisten	Digunakan
17	0.2625	Rendah	0.58125	sedang	0,322	Konsisten	Digunakan
18	0.1375	Sangat Rendah	0.73125	mudah	0,378	Konsisten	Tidak Digunakan
19	0.5875	Sedang	0.54375	sedang	0,721	Konsisten	Digunakan
20	0.3375	Rendah	0.63125	mudah	0,483	Konsisten	Digunakan
21	0.3125	Rendah	0.54375	sedang	0,413	Konsisten	Digunakan
22	0.425	Sedang	0.575	sedang	0,506	Konsisten	Digunakan

LAMPIRAN IV

PERANGKAT PEMBELAJARAN



- Lampiran 4.1 Modul Ajar Kelompok Eksperimen (PBL Berbantuan *Blended Learning*)
- Lampiran 4.2 Modul Ajar Kelompok Eksperimen (PBL)
- Lampiran 4.3 Modul Ajar Kelompok Kontrol (Konvensional)



Lampiran 4.1 Modul Ajar Kelompok Eksperimen (PBL Berbantuan *Blended Learning*)



I. INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Nama Sekolah	:	SMA Negeri 1 Seririt
Penulis	:	Dial Seroza Zalukhu
Mata Pelajaran	:	Fisika
Semester	:	Genap
Fase/Kelas	:	F/XI
Materi	:	Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu	:	13 JP (5 Pertemuan x 40 menit)
Model Pembelajaran	:	<i>Problem Based Learning</i> (PBL) Berbantuan <i>Blended Learning</i>
Tahun Pelajaran	:	2025/2026

B. Capaian Pembelajaran (CP) Kemendikbud

Peserta didik mampu menganalisis konsep suhu dan kalor serta hubungannya dalam berbagai fenomena sehari-hari; menerapkan konversi skala suhu (Celsius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin) dalam penyelesaian masalah; menganalisis dan menyelesaikan permasalahan kalor menggunakan persamaan kalor ($Q = mc\Delta T$) dan Asas Black; menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud zat dan pemuaian benda; serta menjelaskan dan menghitung laju perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi melalui kegiatan penyelidikan (percobaan) dan mengomunikasikan hasilnya dalam bentuk laporan sederhana.

C. Kesiapan Peserta Didik

Sebelum mempelajari modul ini, peserta didik diharapkan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai:

- Suhu sebagai ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda
- Penggunaan termometer dalam kehidupan sehari-hari
- Kalor adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu
- Satuan energi dalam sistem internasional (Joule)

D. Karakteristik Mata Pelajaran

Materi Suhu dan Kalor mencakup tiga jenis pengetahuan:

Jenis Pengetahuan	Uraian
Konseptual	Pengertian suhu dan kalor, perbedaan suhu dan kalor, skala suhu dan konversi suhu, kalor jenis, kapasitas kalor, Asas Black, serta konsep kalor dalam perubahan suhu dan wujud zat.
Prosedural	Cara mengkonversi suhu antar skala dan menggunakan persamaan kalor dalam Asas Black untuk menentukan suhu akhir campuran.
Faktual	Fenomena perpindahan kalor dan perubahan wujud zat dalam kehidupan sehari-hari: es mencair, air mendidih, termos menjaga suhu, sendok logam terasa panas, pencampuran air panas dan dingin.

Dalam kehidupan sehari-hari, materi ini sangat dekat dengan pengalaman peserta didik membuat minuman hangat, mencampur air panas dan dingin, memasak air hingga mendidih, menyimpan air dalam termos, atau mengamati es batu yang mencair. Pembelajaran ini membantu peserta didik memahami bahwa suhu adalah ukuran derajat panas suatu benda, kalor adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu, serta kalor dapat menyebabkan perubahan suhu maupun perubahan wujud zat.

E. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila yang dikembangkan dalam pembelajaran ini:

- **Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia**
 - Mensyukuri fenomena alam termal sebagai ciptaan Tuhan yang teratur dan penuh hikmah.
- **Bernalar Kritis**
 - Menganalisis masalah nyata terkait perpindahan kalor, perubahan wujud, dan pemuain.
 - Menyimpulkan hasil percobaan berdasarkan data dan bukti yang valid.
- **Bergotong Royong**
 - Berkolaborasi dalam diskusi kelompok dan kegiatan percobaan.
 - Berbagi informasi dan sumber belajar antar teman.
- **Kreatif**
 - Menyajikan solusi inovatif atas permasalahan terkait suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari.

- **Mandiri**

- Aktif mengelola proses belajar melalui platform daring (*Blended Learning*).

F. Sarana dan Prasarana

- Laptop/Smartphone dan koneksi internet
- LCD Proyektor / Papan Tulis Digital
- Platform Blended Learning:
 - a. Google Classroom distribusi materi, tugas, kuis, dan refleksi (asinkron)
 - b. Zoom Meeting diskusi dan penyampaian materi real-time (sinkron, bila diperlukan)
 - c. WhatsApp Group komunikasi informal dan klarifikasi di luar jam belajar
- Media Pembelajaran:
 - d. PPT (PowerPoint) presentasi materi tiap pertemuan
 - e. Video pembelajaran (YouTube/platform edukasi) video fenomena dikirim via *Google Classroom* malam sebelum pertemuan sebagai pra-pembelajaran asinkron, dan video fenomena tambahan ditampilkan saat tatap muka
 - f. Zep Quiz - evaluasi akhir setiap pertemuan
- LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) digital dan cetak
- Alat percobaan: termometer, beaker glass, pemanas, es batu, lilin, logam, air
- Sumber ajar:

Modul .Fisika Kelas XI KD 3.5

https://repositori.kemendikdasmen.go.id/22210/1/XI_Fisika_KD-3.5_Final.pdf

Buku Fisika untuk SMA/MA Kelas XI

<https://staticsc.cloudapp.web.id/content/pdf/bukuteks/kurikulum21/Fisika-BS-KLS-XI.pdf>

G. Target Peserta Didik	
• Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan khusus dalam memahami materi • Peserta didik dapat bekerja secara mandiri dan kolaboratif dalam lingkungan <i>Blended Learning</i> • Peserta didik berprestasi tinggi diberikan pengayaan berupa eksplorasi lebih lanjut.	
H. Model dan Pendekatan Pembelajaran	
Model	<i>Problem Based Learning (PBL)</i>
Pendekatan	<i>Deep Learning: Mindful, Meaningful, Joyful Learning</i>
Moda	<i>Blended Learning</i> (Tatap Muka + Daring via Google Classroom, Zoom Meeting, WhatsApp Group)
Metode	Diskusi, Percobaan, Presentasi, Penugasan Daring
II. KOMPENEN INTI	
A. Tujuan Pembelajaran	
Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu: 1. Menganalisis konsep suhu, termometer, dan konversi skala suhu (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) dalam konteks kehidupan sehari-hari. 2. Mengevaluasi perubahan wujud zat dan menghitung kalor yang diserap/dilepas dalam proses pemanasan, pendinginan, dan perubahan wujud. 3. Menerapkan Asas Black dalam pemecahan masalah pencampuran zat dengan suhu berbeda. 4. Menganalisis peristiwa pemuaian panjang, luas, dan volume pada berbagai jenis zat dalam konteks teknologi dan kehidupan nyata. 5. Mengevaluasi mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi) dan penerapannya dalam perancangan teknologi.	
B. Pemahaman Bermakna (<i>Deep Learning – Meaningful Learning</i>)	
1	Suhu adalah ukuran derajat panas dinginnya suatu benda yang dapat diukur/dikuantifikasi melalui berbagai skala (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) bukan sekadar "panas" atau "dingin" yang dirasakan tubuh secara subjektif.

2	Kalor adalah energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah, bukan "panas" yang tersimpan dalam benda inilah sebabnya es bisa mencair meski tidak dipanaskan langsung, dan air panas yang dicampur air dingin akan sama-sama berubah suhunya menuju kesetimbangan.
3	Perubahan wujud zat (melebur, menguap) melibatkan pertukaran kalor yang terus berlangsung tanpa disertai perubahan suhu fakta yang sering keliru dipahami, padahal terlihat jelas saat es mencair pada suhu tetap 0°C dan air mendidih pada suhu tetap 100°C .
4	Asas Black menunjukkan bahwa energi (dalam bentuk kalor) tidak hilang ketika dua zat dicampurkan kalor yang dilepas zat panas sama besarnya dengan kalor yang diterima zat dingin, sesuai prinsip kekekalan energi.
5	Pemuaian zat adalah respons partikel terhadap kenaikan energi kinetik akibat kalor bukan benda "mengembang" tanpa sebab dan inilah alasan kaca jendela serta rel kereta api selalu dipasang dengan celah.
6	Perpindahan kalor terjadi melalui tiga mekanisme yang berbeda secara fisis (konduksi, konveksi, radiasi), dan ketiganya dapat dirasakan sekaligus dalam satu peristiwa sederhana, seperti duduk di dekat api unggun.

C. Pertanyaan Pemantik

- Mengapa es batu bisa mencair di dalam gelas meskipun tidak diletakkan di atas api, sementara air yang dipanaskan di panci justru jumlahnya berkurang saat mendidih?
- Ketika air panas dan air dingin dicampurkan, mengapa suhu campurannya hanya terasa hangat, bukan sangat panas seperti yang sering diperkirakan?
- Mengapa kaca jendela selalu dipasang dengan celah kecil terhadap bingkainya, dan mengapa sambungan rel kereta api tidak dipasang rapat-rapat?
- Mengapa orang yang duduk paling dekat dengan api unggun merasa paling panas, sementara orang yang mengaduk air panas dengan sendok logam juga bisa ikut kepanasan walau tidak menyentuh api?
- Kalau suhu tubuh normal kita 37°C , tapi alat ukur di rumah sakit luar negeri menunjukkan angka $100,4^{\circ}\text{F}$ bagaimana cara kita tahu itu demam atau tidak, tanpa menebak-nebak?

D. Persiapan Pembelajaran

1. *Blended Learning* — Komponen Daring Pra-Pembelajaran (Malam Sebelum Tatap Muka)

Guru mengunggah pada *Google Classroom* (asinkron):

- Video fenomena pemantik (3-5 menit) sesuai topik tiap pertemuan — dikirim malam sebelumnya agar peserta didik memiliki gambaran awal sebelum masuk kelas
- Bahan bacaan ringkas
- Tanya jawab terkait video yang sebelumnya dikirim melihat pengetahuan awal siswa
- Instruksi LKPD yang akan dikerjakan saat tatap muka

2. *Blended Learning* — Komponen Pasca Tatap Muka

- Forum diskusi/refleksi di *Google Classroom*
- Penugasan proyek/laporan digital diunggah melalui *Google Classroom*
- Klarifikasi gagasan dan tanya-jawab tambahan melalui *WhatsApp Group*

3. Komponen Sinkron Tambahan (Opsional)

- Sesi *Zoom Meeting* dapat dilaksanakan di luar jam tatap muka bila ada kelompok yang membutuhkan bimbingan tambahan

4. Kontrak Pembelajaran

- Peserta didik wajib menyelesaikan aktivitas pra-pembelajaran daring (menonton video) sebelum datang ke kelas
- Peserta didik hadir tepat waktu (toleransi 5 menit)
- Peserta didik aktif dalam diskusi kelompok dan mematuhi tata tertib kelas
- Seluruh tugas (daring dan luring) diselesaikan tepat waktu

5. Pengaturan Peserta Didik

Peserta didik dibagi dalam heterogen 5-6 orang (Kolaborasi, berkesadaran). Satu atau dua kelompok ditunjuk sebagai penyaji tiap pertemuan secara bergantian.

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

PERTEMUAN 1

Konsep Suhu dan Kalor + Konversi Suhu

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Menganalisis konsep suhu dan prinsip kerja termometer, membandingkan dan mengonversi suhu antar skala (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur), menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan konversi skala suhu, serta merancang strategi sederhana untuk proses perpindahan kalor sesuai kebutuhan praktis sehari-hari.

Media Pembelajaran:

1. PPT Pertemuan 1
2. Video fenomena es batu mencair dan air mendidih (dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya + ditampilkan saat tatap muka)
3. LKPD Pertemuan 1
4. Zep Quiz Pertemuan 1

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (10 menit)

- Guru membuka dengan salam dan doa bersama.
- Guru memeriksa kehadiran dan mengecek apakah siswa sudah menonton video pemantik yang dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya (video es batu mencair dan air mendidih).
- Guru menampilkan PPT Pertemuan 1 dan menyajikan pertanyaan pemantik: " Suatu pagi, Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja. Ibu baru saja mendidihkan air (100°C) untuk melarutkan gula dan teh. Ayah bilang hanya punya waktu 10 menit lagi sebelum berangkat, dan tidak mungkin minum teh sepanas itu. Di meja kebetulan ada semangkuk es batu. Adik pun bertanya, 'Bu, kalau es batunya kita masukkan ke teh, esnya kan mencair tapi kok air tehnya nggak sampai membeku? Terus supaya tehnya cepat pas diminum tapi rasanya nggak jadi hambar, sebaiknya gimana?'"
 - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan gambaran aktivitas hari ini.

Deep Learning (Mindful)

- Guru mengajak siswa merenungkan pengalaman nyata menggosok telapak tangan lalu menempelkan ke pipi itulah suhu yang bisa dirasakan.

B. Kegiatan Inti (95 menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN (*Meaningful Learning*)

- Guru memutar ulang video fenomena di kelas: video es batu mencair dan video air mendidih
(link LKPD: <https://share.google/Rj7NYF1Tf4HHHuoYr> dan <https://share.google/zHnNMMDalhTheuQJY>).
- Guru menyampaikan masalah kontekstual dari LKPD: Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja dalam waktu 10 menit, sementara teh masih sangat panas (100°C) dan hanya tersedia es batu untuk mendinginkannya. Adik bertanya bagaimana caranya agar teh cepat pas diminum tapi rasanya tidak jadi hambar
- Guru menyampaikan tantangan untuk kelompok: "Rancanglah strategi (kapan es dimasukkan, berapa banyak es yang digunakan, atau perlakuan apa yang dilakukan pada air teh panas terlebih dahulu) agar teh dapat disajikan pada suhu yang nyaman diminum dalam waktu 10 menit, tanpa membuat rasanya terlalu hambar atau encer. Jelaskan alasan ilmiah di balik rancangan kelompok kalian, dikaitkan dengan konsep suhu dan kalor.
- Siswa diminta merumuskan 2-3 pertanyaan masalah berdasarkan kasus tersebut secara individu.

***Deep Learning (Meaningful)* kasus nyata kehidupan sehari-hari yang dekat dengan siswa**

FASE 2 Organisasi + FASE 3 Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagi siswa ke dalam kelompok (5-6 orang).

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 1 (digital/cetak).
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD: 'Kami menduga bahwa...
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: 2 gelas identik, teh celup, gula, air panas (± 100 mL, suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$), es batu secukupnya, termometer, dan stopwatch/jam HP.
- Siswa mendiskusikan informasi dan sumber yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis (pengertian suhu dan kalor, rumus konversi suhu, titik tetap tiap skala termometer).

FASE 3: Penyelidikan+Pengerjaan LKPD (45 Menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI Pengerjaan LKPD (*Joyful Learning*)

- Siswa melakukan percobaan sesuai LKPD: menyiapkan 2 gelas berisi teh panas bersuhu sama ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan es batu.
- Gelas A: siswa memasukkan seluruh es batu sekaligus, lalu mengukur dan mencatat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Gelas B: siswa membiarkan teh panas selama 3–4 menit, baru memasukkan es batu sedikit demi sedikit, lalu mengukur dan mencatat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- "Selama menunggu timer 10 menit berjalan, siswa tetap membaca Mini Materi dan mengerjakan soal konversi suhu di LKPD. Guru berkeliling memastikan kedua kelompok pengamatan (Gelas A dan Gelas B) berjalan bersamaan."
- Siswa membaca Mini Materi di LKPD: perbedaan suhu dan kalor, skala termometer, rumus konversi antar skala.
- Siswa mengerjakan soal konversi suhu dalam LKPD: konversi antar skala Celsius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur dalam konteks nyata (suhu teh nyaman minum $\pm 60^{\circ}\text{C}$).
- Siswa mencatat perkiraan kepekatan rasa teh dan arah perpindahan kalor pada tabel pengamatan.

Guru berkeliling membimbing tiap kelompok. Estimasi waktu pengerjaan LKPD: +/- 35 menit.
<i>Deep Learning (Joyful)</i> percobaan langsung dengan es batu dan air panas membuat siswa antusias
FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)
FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA
- Perwakilan kelompok mempresentasikan solusi masalah pasien dan hasil diskusi konversi suhu dari LKPD. - Kelompok lain memberikan tanggapan, pertanyaan, atau saran.
FASE 5 Penguatan Guru (15 menit)
FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH
- Guru memfasilitasi diskusi kelas dan mengklarifikasi miskonsepsi dari hasil presentasi LKPD. - Guru memperkuat pemahaman melalui PPT: perbedaan suhu dan kalor (suhu = keadaan, kalor = energi yang berpindah), skala termometer, dan rumus konversi antar skala. - Guru memberikan umpan balik terhadap hasil diskusi siswa mengenai perbedaan antara suhu yang bersifat kualitatif dan hasil pengukuran suhu menggunakan termometer yang bersifat kuantitatif. - Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami
C. Penutup (15 Menit)
- Guru dan siswa menyimpulkan bersama konsep suhu dan konversi skala. (3 menit) - Refleksi <i>Deep Learning</i>: Siswa menulis satu kalimat "Hal baru yang paling bermakna saya pelajari hari ini adalah..." (3 menit) - Zep Quiz Pertemuan 1 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan melalui aplikasi Zep Quiz untuk mengukur sejauh mana pemahaman yang telah dicapai. (7 menit)

- Guru menginformasikan tugas pasca tatap muka di Google Classroom: forum diskusi dan menyampaikan topik serta video pemantik Pertemuan 2 yang harus ditonton malam ini. (2 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 2

Perubahan Wujud Zat

Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 40 Menit = 80 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Merancang percobaan perubahan wujud zat, menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud, membedakan kalor lebur dan kalor uap, menentukan total kalor dalam perubahan wujud, serta membuat kurva perubahan wujud zat sesuai hasil percobaan.

Media Pembelajaran:

1. PPT Pertemuan 2
2. Video fenomena (dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya + ditampilkan saat tatap muka)
3. LKPD Pertemuan 2
4. Zep Quiz Pertemuan 2

A. Pendahuluan - *Mindful Learning* (10 Menit)

- Guru membuka kelas, doa, dan cek kehadiran.
- Guru mengecek video pemantik yang sudah dikirim via Google Classroom malam sebelumnya.
- Guru menampilkan PPT dan menyajikan kasus dari LKPD: 'Pada suatu siang yang panas, Rani ingin membuat minuman dingin dengan menambahkan es batu ke dalam air. Es batu mencair meskipun tidak dipanaskan. Rani kemudian memanaskan air, muncul gelembung dan uap, lalu jumlah air berkurang. Apa yang sebenarnya terjadi?'
<https://drive.google.com/file/d/1PVEINQaNplAKksuRvvrkV9JzVLVWgB94/view?usp=sharing>

Deep Learning (Mindful)

- Guru meminta siswa mengingat momen merebus air di rumah apa yang terjadi pada air saat tepat mendidih? Apakah suhunya terus naik?

B. Kegiatan Inti (60 menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (8 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan kasus Rani (LKPD): es batu mencair tanpa dipanaskan, air mendidih lalu berkurang, pencampuran air panas dan dingin menghasilkan suhu yang tidak sepanas yang dibayangkan.
- Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 'Apakah suhu es batu naik saat mencair? Apakah suhu air terus naik saat mendidih? Mengapa jumlah air berkurang saat dipanaskan?'
- Siswa menuliskan pertanyaan masalah di LKPD berdasarkan kasus Rani.

Deep Learning (Meaningful) konteks nyata perubahan suhu air

FASE 2 Organisasi siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 2 (Percobaan 1 Perubahan Wujud Zat).
- Siswa menuliskan hipotesis awal di LKPD.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas plastik/gelas ukur (3 buah), termometer, air panas (100 ml), air dingin (100 ml), es batu, sendok pengaduk.

FASE 3: Percobaan+Pengerjaan LKPD (32 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI Pengerjaan LKPD

- Siswa melaksanakan Percobaan 1 sesuai prosedur LKPD: merancang percobaan perubahan wujud zat dari padat ke gas.
- Siswa mengamati dan mencatat data: suhu es sebelum dan sesudah mencair, suhu air saat dipanaskan secara berkala, titik lebur, dan titik didih.
- Siswa membuat kurva perubahan wujud zat berdasarkan data percobaan di LKPD.

- Siswa menganalisis perbedaan kalor lebur ($Q = mL_{lebur}$) dan kalor uap ($Q = mU_{uap}$) dari hasil percobaan.
- Siswa menghitung total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan wujud menggunakan rumus $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ dan $Q = mL$.
- Guru berkeliling membimbing tiap kelompok. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 22 menit.

***Deep Learning (Joyful)* percobaan langsung mengamati es mencair dan air mendidih**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (10 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Perwakilan kelompok mempresentasikan kurva perubahan wujud dan analisis kalor lebur vs kalor uap dari LKPD.
- Kelompok lain menanggapi dan membandingkan hasil.

FASE 5 Evaluasi +Penguatan Guru (5 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru memberikan umpan balik terhadap hasil LKPD dengan menjelaskan bahwa suhu tidak bertambah selama proses perubahan wujud karena energi kalor digunakan untuk memutus ikatan antarpartikel.
- Guru memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai grafik perubahan wujud, perbedaan kalor sensibel dan kalor laten, serta rumus-rumus yang digunakan.
- Guru mengaitkan kembali konsep perubahan wujud dengan kasus Rani yang terdapat pada LKPD.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan dan mengklarifikasi konsep yang masih kurang dipahami

C. Penutup (10 Menit)

- Guru menyimpulkan konsep perubahan wujud, kalor sensibel, dan kalor laten. (2 menit)

- Guru menyimpulkan: perubahan wujud zat, kalor sensibel $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, dan kalor laten ($Q = mL$). (2 menit)
- Refleksi: Siswa menulis di LKPD Konsep yang paling mengejutkan saya hari ini adalah.... (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 2 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (5 menit) <https://quiz.zep.us/id/play/9P037g>
- Guru menginformasikan bahwa Pertemuan 3 melanjutkan LKPD yang sama (Percobaan 2 Asas Black) dan mengunggah video pemantik di *Google Classroom*. (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 3

Asas Black

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Merancang percobaan Asas Black, membuktikan bahwa kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima benda bersuhu rendah, dan menerapkan persamaan Asas Black dalam pemecahan masalah kontekstual.

Media Pembelajaran:

1. PPT Pertemuan 3
2. Video fenomena (dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya + ditampilkan saat tatap muka)
3. LKPD Pertemuan 3
4. Zep Quiz Pertemuan 3

A. Pendahuluan —*Mindful Learning* (15 Menit)

- Salam, doa, dan cek kehadiran.
- Guru mengecek video pemantik di *Google Classroom* yang sudah dikirim malam sebelumnya.
- Guru menampilkan PPT dan mengajukan pertanyaan: Rani mencampurkan air panas dan air dingin. Ia menduga suhu campuran akan sangat panas, namun ternyata hanya hangat. Mengapa demikian? Ke mana perginya panas yang hilang?

- Guru menghubungkan dengan Pertemuan 2: Pada pertemuan lalu kita sudah membuktikan perubahan wujud zat. Sekarang kita selidiki apa yang terjadi saat dua zat dengan suhu berbeda dicampurkan.

Deep Learning (Mindful)

- Guru mengajak siswa mengingat Asas Black yang ditemukan Joseph Black Kalor yang dilepas = kalor yang diterima apakah ini berlaku dalam percobaan Rani?

B. Kegiatan Inti (95 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru melanjutkan kasus Rani dari LKPD (Percobaan 2): Rani mencampurkan air panas dan air dingin, suhu campuran ternyata hanya hangat.
- Masalah: 'Berapa suhu akhir campuran jika 200 gram air panas 80 derajat Celsius dicampurkan dengan air dingin 20 derajat Celsius? Berapa banyak air dingin yang harus ditambahkan agar suhu campuran menjadi 40 derajat Celsius?'
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD.

***Deep Learning (Meaningful)* melanjutkan kasus Rani yang sudah dikenal dari Pertemuan 2**

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membahas instruksi Percobaan 2 (Asas Black) di LKPD melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas plastik/ukur, termometer, air panas (100 ml), air dingin (100 ml), es batu, sendok pengaduk.
- Siswa membagi peran dalam kelompok: pengukur suhu, pencatat data, pengaduk, penyaji.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Siswa melaksanakan Percobaan 2 sesuai prosedur LKPD: mencampurkan air panas dan air dingin, mengukur suhu masing-masing sebelum dan sesudah pencampuran.

- Siswa mencatat data ke tabel LKPD: suhu air panas (T_1), suhu air dingin (T_2), suhu campuran (T_c).
- Siswa menghitung secara teoritis menggunakan persamaan Asas Black: $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$, yaitu $m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2)$.
- Siswa membandingkan hasil percobaan dengan perhitungan teoritis dan menganalisis penyebab perbedaan
- Siswa mengerjakan soal Asas Black tambahan di LKPD dalam konteks berbeda: sebatang tembaga 400 gram bersuhu 127 derajat Celsius dimasukkan ke dalam air 500 gram.
- Guru berkeliling membimbing tiap kelompok. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 40 menit.

***Deep Learning (Joyful)* membuktikan langsung teori Asas Black dengan percobaan nyata**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Dua kelompok mempresentasikan data percobaan, perhitungan teoritis, dan perbandingan keduanya.
- Diskusi kelas: mengapa suhu campuran tidak selalu tepat di tengah antara suhu panas dan dingin?

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (10 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru mengklarifikasi hasil LKPD dengan menjelaskan bahwa Asas Black berlaku secara ideal pada sistem terisolasi. Sedangkan dalam percobaan nyata selalu terdapat kalor yang berpindah ke lingkungan.
- Guru memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai bunyi Asas Black persamaan $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$, langkah penyelesaian soal yang benar.

Deep Learning Meaningful

- Guru menghubungkan konsep Asas Black dengan hukum kekekalan energi termodinamika.

- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan Asas Black dan penerapannya. (2 menit)
- Refleksi: Hari ini saya memahami bahwa Asas Black mengajarkan saya tentang (ditulis di LKPD). (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 3 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (5 menit) <https://quiz.zep.us/id/play/9P037g>
- Guru menyampaikan topik Pertemuan 4 (Pemuaian) dan mengunggah video pemantik di *Google Classroom* untuk ditonton malam ini. (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 4

Pemuaian

Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 40 Menit = 80 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Memahami konsep pemuaian zat padat, cair, dan gas; menentukan jenis pemuaian (panjang, luas, volume); melakukan percobaan pemuaian zat cair; serta menganalisis penerapan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.

Media Pembelajaran

1. PPT Pertemuan 4
2. Video fenomena (dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya + ditampilkan saat tatap muka)
3. LKPD Pertemuan 4
4. Zep Quiz Pertemuan 4

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (10 Menit)

- Salam, doa, cek kehadiran.
- Guru mengecek video pemantik pemuaian yang sudah dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya.
- Guru menampilkan PPT dan menyajikan pertanyaan pemantik dari LKPD: Coba perhatikan jendela kelas kalian. Kaca yang terpasang tidak dipasang

pas selalu ada celah kecil di antara kaca dan bingkainya. Begitu pula sambungan rel kereta api. Mengapa demikian?

Deep Learning (Mindful)

- Guru mengajak siswa memikirkan Pernahkah kalian kesulitan membuka tutup botol kaca yang terlalu kencang? Apa yang terjadi jika disiram air panas?

B. Kegiatan Inti (60 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (8 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan masalah dari LKPD: kaca jendela dan rel kereta api selalu memiliki celah kecil. Siswa diminta merumuskan pertanyaan masalah: 'Mengapa benda padat, cair, dan gas membutuhkan ruang saat dipanaskan?'
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD sebelum percobaan.

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 4 dan membahas prosedur percobaan melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan sesuai LKPD: baskom, 2 botol kaca, sedotan bening, air biasa, air mendidih, minyak goreng, plastisin, pewarna.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (32 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Siswa melaksanakan percobaan sesuai LKPD: mengisi botol kaca 1 dengan air berwarna, botol kaca 2 dengan minyak goreng (volume sama). Memasang sedotan dan menutup mulut botol dengan plastisin rapat.
- Siswa meletakkan kedua botol dalam baskom, menuangkan air panas ke baskom hingga botol terendam.
- Siswa menunggu 2-3 menit, mengamati perubahan tinggi cairan dalam sedotan, dan mencatat hasil pengamatan ke tabel LKPD.

- Siswa menganalisis pertanyaan diskusi LKPD: mengapa cairan naik dalam sedotan? Bandingkan tinggi kenaikan air vs minyak goreng apa kesimpulan tentang koefisien muai keduanya?
- Siswa mengerjakan soal pemuaian panjang di LKPD.
- Guru berkeliling membimbing. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 22 menit.

***Deep Learning (Joyful)* percobaan botol dan sedotan yang visual dan mudah diamati**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (10 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Kelompok mempresentasikan hasil pengamatan tabel, analisis perbandingan air vs minyak, dan kesimpulan LKPD.
- Diskusi kelas: aplikasi pemuaian dalam kehidupan nyata (bimetal, rel kereta, jembatan) dan yang merugikan jika celah tidak tersedia.

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (5 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru mengklarifikasi hasil LKPD dan memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai penyebab terjadinya pemuaian akibat peningkatan energi kinetik partikel, koefisien muai panjang (α), luas ($\beta = 2\alpha$), dan volume ($\gamma = 3\alpha$).
- Guru menampilkan tabel koefisien muai panjang berbagai bahan dan mengaitkannya dengan hasil percobaan botol dan sedotan
- Guru memberikan penjelasan mengenai anomali air pada suhu sekitar 4 °C
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami.

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan konsep pemuaian dan ketiga rumus pemuaian. (2 menit)
- Refleksi Deep Learning: Siswa menuliskan di LKPD satu contoh pemuaian yang ada di sekitar rumah mereka dan menjelaskan jenis pemuaiannya. (2 menit)

- Zep Quiz Pertemuan 4 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (5 menit)
- Guru menyampaikan topik Pertemuan 5 (Perpindahan Kalor) dan mengunggah video pemantik di Google Classroom untuk ditonton malam ini. (1 menit)
- Doa penutup dan salam

PERTEMUAN 5

Perpindahan Kalor

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Menganalisis perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi; merancang percobaan perpindahan kalor secara konveksi; menghubungkan perbedaan ΔT dengan laju kalor; serta mengevaluasi penerapan ketiga mekanisme perpindahan kalor dalam teknologi.

Media Pembelajaran

1. PPT Pertemuan 5
2. Video fenomena (dikirim via *Google Classroom* malam sebelumnya + ditampilkan saat tatap muka)
3. LKPD Pertemuan 5
4. Zep Quiz Pertemuan 5

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (15 Menit)

- Salam, doa, cek kehadiran.
- Guru mengecek video pemantik perpindahan kalor yang sudah dikirim via Google Classroom malam sebelumnya.
- Guru menampilkan PPT dan memutar ulang video fenomena singkat: panci dipanaskan di atas api panci yang sebelumnya dingin menjadi panas.
<https://www.youtube.com/watch?v=QknW4y741oo&authuser=0&hl=en>
<https://www.youtube.com/watch?v=VUw9DI8A7Q8&authuser=0&hl=en>
- Pertanyaan pemantik: 'Saat kalian berkumpul di sekitar api unggun, kalian merasakan panas. Tapi api tidak menyentuh kulit kalian.

Bagaimana kalor bisa sampai ke kulit? Dan bagaimana termos bisa menahan kalor selama berjam-jam?

Deep Learning Mindful

- Guru meminta siswa mengingat tiga pengalaman berbeda: (1) memegang sendok logam panas, (2) melihat asap mengepul ke atas dari panci, (3) merasakan panas matahari dari jauh.

B. Kegiatan Inti (95 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan masalah dari LKPD: Sebuah panci dipanaskan di atas kompor. Bagaimana kalor berpindah dari api ke air di dalam panci? Bagaimana pula kalor matahari bisa sampai ke bumi tanpa medium?
- Siswa merumuskan 2 pertanyaan masalah yang ingin diselidiki dan menuliskannya di LKPD.
- Siswa menuliskan hipotesis kelompok berdasarkan pengalaman sehari-hari.

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 5 dan membahas prosedur percobaan melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas/wadah berisi air, kompor/pemanas, pewarna makanan, termometer, stopwatch.
- Siswa membagi sub-peran: pengamat konduksi, pengamat konveksi, pencatat data, penyaji.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Percobaan Konveksi (utama) sesuai LKPD: mengukur dan mencatat suhu awal air (T1), memanaskan air sambil meneteskan pewarna makanan dan mengamati pergerakan aliran, mencatat waktu hingga air mendidih dan mengukur suhu akhir (T2).

- Demonstrasi Konduksi: guru/siswa memegang batang besi dan kayu yang dipanaskan di ujungnya mencatat perbedaan waktu merasakan panas dan mengisi analisis di LKPD.
- Diskusi Radiasi di LKPD: siswa menganalisis mengapa pakaian berwarna gelap lebih panas dari terang di bawah matahari.
- Siswa mengerjakan pertanyaan analisis LKPD: (1) Bagaimana hubungan ΔT dengan laju kalor P ? Jelaskan berdasarkan data! (2) Jelaskan perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi beserta 1 contoh masing-masing!
- Guru berkeliling membimbing. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 40 menit.

***Deep Learning (Joyful)* melihat langsung pola aliran air berwarna saat dipanaskan**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Kelompok mempresentasikan data percobaan konveksi, analisis konduksi vs konveksi vs radiasi, dan jawaban pertanyaan LKPD.
- Siswa menjawab: apakah hipotesis terbukti? Apa kelebihan dan kekurangan rancangan percobaan mereka?
- Kelompok lain menanggapi dan membandingkan hasil.

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (10 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru merangkum perbedaan mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi dan radiasi) melalui PPT.
- Guru memberikan umpan balik terhadap hasil diskusi dan presentasi siswa serta menghubungkan konsep perpindahan kalor dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti termos (menghambat perpindahan kalor), panel surya (radiasi), sistem ventilasi rumah (konveksi), dan pendingin CPU (konduksi).

- Guru menjelaskan fenomena angin laut dan angin darat sebagai contoh perpindahan kalor secara konveksi alami.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami.

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan materi perpindahan kalor: perbedaan konduksi, konveksi, radiasi, dan rumus masing-masing. (2 menit)
- Refleksi akhir unit: 'Dari seluruh pertemuan Suhu dan Kalor, konsep mana yang paling mengubah cara pandang kalian tentang dunia?' (ditulis di LKPD). (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 5 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan terakhir via Zep Quiz. (5 menit)
- Guru menginformasikan asesmen sumatif yang akan dilaksanakan dan tugas akhir: laporan/poster aplikasi perpindahan kalor dalam teknologi dikumpulkan minggu berikutnya. (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

IV. ASESMEN

A. Asesmen Diagnostik (Pra-Pembelajaran)

- Video pemantik (3-5 menit) dikirim via Google Classroom malam sebelum setiap pertemuan, siswa menonton di rumah sebagai pra-pembelajaran asinkron
- Tujuan: membangun gambaran awal dan memantik rasa ingin tahu siswa sebelum masuk kelas
- Guru mengecek kehadiran menonton video melalui tanya jawab lisan diawal pertemuan.

B. Asesmen Formatif (Selama Pembelajaran)

Jenis Asesmen	Instrumen	Waktu Pelaksanaan
Video pra-pembelajaran	Video pemantik via Google Classroom	Malam sebelum setiap pertemuan(asinkron)
Observasi diskusi & percobaan	Lembar observasi sikap	Selama kegiatan inti (Fase 2-3)
LKPD kelompok	Rubrik penilaian LKPD	Setiap pertemuan (Fase 3)

Presentasi hasil LKPD	Rubrik penilaian keterampilan	Fase 4 setiap pertemuan
Zep Quiz akhir pertemuan	Kuis digital via Zep Quiz	Penutup setiap pertemuan
Refleksi tertulis	Lembar refleksi di LKPD	Penutup setiap pertemuan
Laporan percobaan	Rubrik laporan	Pertemuan 2, 3, 4, 5

C. Asesmen Sumatif

- Tes tertulis mencakup seluruh materi Suhu dan Kalor (Pertemuan 1-5)
- Proyek akhir: laporan/poster aplikasi perpindahan kalor dalam teknologi (dikumpulkan tatap muka)
- Penilaian mencakup kemampuan berpikir kritis level C4-C6 Taksonomi Bloom

D. Dimensi *Deep Learning* dalam Asesmen

Dimensi Deep Learning	Indikator dalam Asesmen
Mindful Learning	Siswa mampu menghubungkan konsep suhu dan kalor dengan pengalaman pribadi (menggosok tangan, merebus air, memegang sendok panas)
Meaningful Learning	Siswa mampu menjelaskan mengapa dan bagaimana konsep bekerja secara ilmiah bukan hanya menyebutkan rumus
Joyful Learning	Siswa antusias dalam percobaan, aktif berdiskusi, dan mengajukan pertanyaan bermutu
Berpikir Kritis	Siswa mampu menganalisis data percobaan, mengevaluasi hipotesis, dan merancang solusi atas masalah kontekstual

V. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

A. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah masalah kontekstual yang disajikan cukup memantik rasa ingin tahu siswa?	

2	Apakah semua tahapan PBL terlaksana dengan baik dalam alokasi waktu yang tersedia?	
3	Apakah aktivitas Blended Learning (pra dan pasca tatap muka) diikuti seluruh siswa?	
4	Apakah pendekatan Deep Learning (Mindful, Meaningful, Joyful) tercermin dalam pembelajaran?	
5	Apakah siswa menunjukkan kemampuan berpikir kritis dalam diskusi dan presentasi?	
6	Apakah Zep Quiz efektif mengukur pemahaman siswa di akhir setiap pertemuan?	

B. Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Pertanyaan Refleksi	Jawaban
1	Mindful	Konsep baru apa yang paling mengubah cara pandang saya?	
2	Meaningful	Bagaimana konsep ini berguna dalam kehidupan nyata saya?	
3	Joyful	Kegiatan mana yang paling menyenangkan dan mengapa?	
4	Penguasaan	Saya menguasai materi hari ini: (a) Baik (b) Cukup (c) Kurang	
5	Kerjasama	Apakah saya berkontribusi aktif dalam kelompok?	

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

A. Pengayaan (*Blended Learning – Daring*)

Peserta didik yang memiliki capaian di atas rata-rata diberikan:

- Eksplorasi mandiri: membaca jurnal/artikel ilmiah tentang aplikasi suhu dan kalor dalam teknologi (tersedia di *Google Classroom*)
- Proyek lanjutan: menyelidiki efisiensi termal berbagai material bangunan di lingkungan sekitar

- Soal tambahan yang membutuhkan analisis konsep
- Berperan sebagai tutor sebaya dalam membantu teman yang mengalami kesulitan

B. Remedial

Peserta didik yang belum mencapai target diberikan:

- Pembelajaran tambahan individual dengan pendekatan yang berbeda (lebih konkret dan bergambar)
- Video penjelasan ulang di *Google Classroom* yang dapat ditonton berulang kali
- Soal latihan bertingkat (dari mudah ke sulit) di *Google Classroom*, dengan pendampingan tambahan *via WhatsApp Group* atau sesi *Zoom Meeting* bila diperlukan
- Sesi mentoring sesama peserta didik berprestasi tinggi
- Tes remedial setelah pembelajaran tambahan

LAMPIRAN

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka



BAHAN AJAR

➤ Pertemuan 1

1. Konsep Suhu dan Kalor

2. Konversi Suhu

A. SUHU

Apa yang ada di dalam benak kalian jika mendengar banyak orang pada saat ini perlu diukur suhu tubuhnya? Kenapa suhu pada tubuh seseorang atau suatu benda begitu penting untuk diketahui?



PRAKTIK SEDERHANA

Cobalah kalian menggosok-gosokan kedua telapak tangan selama kurang lebih satu menit. Setelah itu, tempelkan salah satu telapak tangan tersebut ke pipi. Apakah kalian merasakan hangat atau sedikit panas? Jika kalian belum merasakan hangat di pipi, kalian boleh ulangi menggosok telapak tangan dengan sedikit lebih lama. Rasa hangat yang kalian rasakan di pipi itu adalah yang kita kenal sebagai suhu.



Suhu merupakan derajat panas atau dinginnya suatu benda diukur oleh termometer. Atau suhu dapat direpresentasikan oleh energi kinetik satu molekul zat. Jika kita mengatakan suhu suatu benda, pasti kita sering menggunakan kata panas dan dingin ini sering digunakan karena kita punya indra perasa yang hanya merasakan bahwa suatu benda tersebut terasa panas, hangat ataupun dingin. Suhu

yang dirasakan tersebut bersifat kualitatif atau hanya berupa deskripsi, sedangkan dalam ilmu fisika suhu yang terasa dapat diukur menggunakan suatu alat ukur suhu yaitu termometer, termometer ini bersifat kuantitatif (ditunjukkan dalam angka-angka).

Termometer



Untuk mengkuantitatifkan besaran suhu dan menyatakan seberapa tinggi atau rendahnya nilai suhu suatu benda diperlukan pengukuran yang dinamakan termometer. Secara umum, dilihat dari hasil tampilannya, ada dua jenis termometer analog dan termometer digital. Termometer analog yang banyak kita jumpai umumnya merupakan termometer zat cair (termometer raksa atau alkohol), sedangkan untuk termometer digital umumnya menggunakan sensor elektronik.

B. KALOR

Kalian mungkin pernah berdiri atau duduk-duduk bersama teman di dekat api unggun lalu badan kalian terasa hangat? Mengapa bisa demikian? Ketika itu energi yang menyebabkan panas yang dibawa oleh sinar Matahari maupun api unggun mengalir ke kulit kalian. Energi tersebut mengalir dari benda bersuhu tinggi (api unggun) ke benda bersuhu rendah (kulit). Energi tersebut dikenal sebagai kalor. Perhatikan gambar berikut:



Gambar diatas menunjukkan air yang sedang dipanaskan hingga mendidih. Saat air dipanaskan hingga mendidih. Saat air dipanaskan ada proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang disebut dengan kalor. Kalor yang diterima air ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih bahkan merubah wujud dari cair menjadi gas. Kalor secara alamiah mengalir dari benda bersuhu lebih tinggi (panas) ke benda yang bersuhu lebih rendah (dingin). **Kalor adalah** energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Kalor ditemukan oleh beberapa ilmuwan, yaitu:

1. Yoseph Black (1728-1799): Orang pertama yang menemukan cara mengukur kalor. Dari hasil pengukurannya ditemukan asas Black yang berbunyi “ Kalor yang diterima oleh benda sama dengan Kalor yang dilepasnya”
2. Robert Mayer (1814-1873) : Orang yang menyatakan bahwa kalor adalah energi yang dapat mengalir atau berpindah
3. James Prescott Joule (1814-1889) : Orang yang menemukan satuan kalor yaitu Joule. 1 kalori = 4,2 Joule.

1) Kalor jenis dan Kapasitas Kalor

Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Kalor diukur dalam satuan kalori. Satuan kalor dalam SI adalah Joule. Satu kalori sama dengan 4,184 Joule, dan sering dibulatkan menjadi 4,2 Joule.

Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda tersebut dalam menyerap kalor. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

Q = Kalor ((Joule atau Kal)

m = Massa benda (Kg)

C = Kalor Kalor jenis (J/Kg°C atau kal/gr°C)

ΔT = Perubahan suhu (K atau °C)

a) Hubungan Kalor dengan Suhu Benda

Hubungan kalor dan suhu benda adalah makin besar kenaikan suhu suatu benda maka makin besar pula kalor yang diserapnya. Selain itu, kalor yang diserap benda juga bergantung pada oleh massa benda (m) kenaikan suhu atau penurunan suhu (ΔT) dan jenis benda atau kalor jenis (c).

$$Q = m c \Delta T$$

Keterangan:

Q = Kalor ((Joule atau Kal)

m = Massa benda (Kg)

c = Kalor Kalor jenis ($J/Kg^{\circ}C$ atau $kal/gr^{\circ}C$)

ΔT = Perubahan suhu (K atau $^{\circ}C$)

b) Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor adalah banyaknya energi yang diberikan dalam bentuk kalor untuk kenaikan suhu benda sebesar satu derajat. Kapasitas kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

Q = Kalor ((Joule atau Kal)

ΔT = Perubahan suhu (K atau $^{\circ}C$)

C = Kapasitas Kalor ($J/^{\circ}C$)

Berdasarkan persamaan di atas, maka kapasitas kalor dapat juga dirumuskan:

$$C = m \cdot c$$

Keterangan:

Q = Kalor ((Joule atau Kal)

m = Massa benda (Kg)

c = Kalor Kalor jenis ($J/Kg^{\circ}C$ atau $kal/gr^{\circ}C$)

Berikut nilai standar dari

Kalor jenis air : $4.200 J/Kg^{\circ}C$ atau $1 Kal/ gr^{\circ}C$

Kalor jenis es : $2.100 J/Kg^{\circ}C$ atau $0,5 Kal/ gr^{\circ}C$

Kalor lebur es : $80 Kal/gram$ atau $336.000 J/Kg$

Kalor uap : $540 Kal/gr$ atau $2,26 \times 10^6 J/Kg$

Tabel Kalor Jenis Berbagai Zat

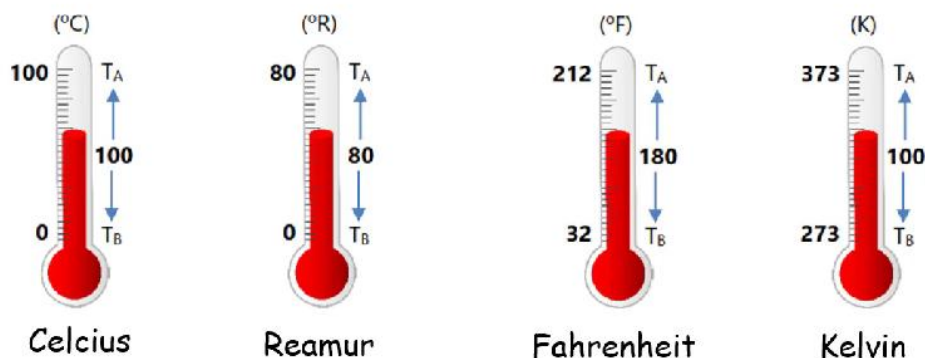
Jenis Benda	Kalos Jenis	
	J/kgC ⁰	kcal/kgC ⁰
Air	4180	1,00
Alkohol (ethyl)	2400	0,57
Es	2100	0,50
Kayu	1700	0,40
Alumunium	900	0,22
Marmer	860	0,20
Kaca	840	0,20
Besi/baja	450	0,11
Tembaga	390	0,093
Perak	230	0,056
Raksa	140	0,034
Timah hitam	130	0,031
Emas	126	0,030

C. KONVERSI SKALA SUHU

Konvesi skala suhu adalah metode atau cara mengubah nilai suhu dari satu skala termometer ke skala lainnya (seperti Celsius, Reamur, Fahrenheit, atau Kelvin) menggunakan rumus perbandingan tertentu. Nilai derajat sebuah suhu dapat diatur ke dalam empat jenis skala suhu, yaitu Celsius (C), Farenheit (F), Reamur (R), dan Kelvin(K). Adapun skala suhu akan didasarkan pada dua titik tepat, yaitu titik tetap bawah dan titik tetap atas. Titik bawah menandakan titik beku, sementara itu titik atas menunjukkan titik didih. Nah, kedua titik tersebut, dalam setiap jenis skala suhu dinyatakan sebagai berikut:

1. Skala suhu Celcius memiliki titik bawah 0°C, Skala suhu Celcius memiliki titik bawah 0°C, dan titik atas sebesar 100°C. tik atas sebesar 100°C.
2. Skala suhu Fahrenheit memiliki titik bawah sebesar 32° Fahrenheit dan memiliki titik atas sebesar 212° Fahrenheit.
3. Adapun skala Reamur mempunyai titik bawah sebesar 0° Reamur dan titik atas sebesar 80° Reamur.
4. Terakhir, skala Kelvin memiliki titik bawah sebesar 273 dan titik atas sebesar 373.

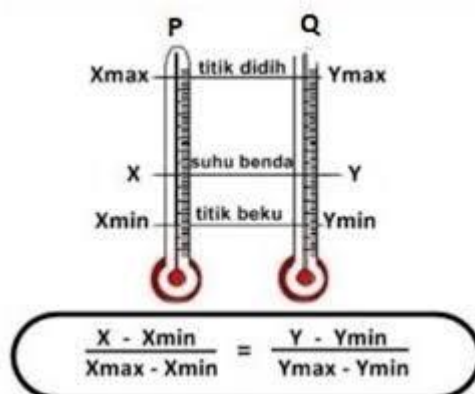
Perlu Anda ketahui bahwa skala suhu Kelvin (K) tidak menggunakan derajat, namun menggunakan nol mutlak. Hal ini dapat diartikan bahwa nol Kelvin memiliki makna bahwa tidak ada energi panas sama sekali pada sebuah benda



Konversi antara 4 skala tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut:

Dari	Celcius	Reamur	Fahrenheit	Kelvin
Celcius	-	$\frac{4}{5} \times t_C$	$\frac{9}{5} \times t_C + 32$	$t_C + 273$
Reamur	$\frac{5}{4} \times t_R$	-	$\frac{9}{4} \times t_R + 32$	$\frac{5}{4} \times t_R + 273$
Fahrenheit	$\frac{5}{9} \times (t_F - 32)$	$\frac{4}{9} \times (t_F - 32)$	-	$\frac{5}{9} \times (t_F - 32) + 273$
Kelvin	$t_K - 273$	$\frac{4}{5} \times (t_K - 273)$	$\frac{9}{5} \times (t_K - 273) + 32$	-

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:

1. Seorang siswa mengukur suhu air sebesar 45°C menggunakan termometer Celsius. Ia ingin mengetahui suhu tersebut dalam skala Réaumur. Berapakah suhu air tersebut dalam $^{\circ}\text{R}$, $^{\circ}\text{F}$, K ?

Jawaban:

$$\text{a. } \frac{^{\circ}\text{R}}{^{\circ}\text{C}} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{^{\circ}\text{R}}{45} = \frac{4}{5}$$

$$^{\circ}\text{R} = \frac{45 \times 4}{5} = 36^{\circ}\text{R}$$

$$\frac{^{\circ}\text{R}}{^{\circ}\text{C}} = \frac{4}{5}$$

$$\text{b. } \frac{(^{\circ}\text{F}-32)}{^{\circ}\text{C}} = \frac{9}{5}$$

$$\frac{(^{\circ}\text{F}-32)}{45} = \frac{9}{5}$$

$$^{\circ}\text{F} - 32 = \frac{45 \times 9}{5} = 81$$

$$^{\circ}\text{F} = 81 + 32 = 113^{\circ}\text{F}$$

$$\text{c. } \frac{(\text{K}-273)}{^{\circ}\text{C}} = \frac{5}{5}$$

$$\frac{(\text{K}-273)}{45} = 1$$

$$\text{K} - 273 = 45$$

$$\text{K} = 45 + 273 = 318\text{K}$$

2. Sebanyak 100 gram air dipanaskan dari suhu 35°C hingga 85°C , jika kalor jenis air $4.200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$. Berapa energi panas yang diterima air?

Jawaban:

Dik :

$$m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$$

$$c = 4.200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 85^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

Dit : Q....?

Penyelesaian

$$Q = 0,1 \times 4.200 \times 50 = 21.000 \text{ Joule}$$

➤ Pertemuan 2

3. Perubahan wujud zat

A. Perubahan Wujud



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

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

$$L = \frac{m}{Q} \text{ atau } Q = m \cdot L$$

Keterangan:

$Q = \text{Kalor (J)}$

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

$L = \text{Kalor laten (J/Kg)}$

Perubahan wujud benda adalah salah satu bentuk terjadinya gejala perubahan pada suatu benda menjadi berbeda wujud dari sebelumnya, baik ukuran, bentuk,

warna, dan aroma atau bau yang berubah. Macam-macam perubahan wujud benda yaitu:

1) Melebur

Melebur atau mencair adalah perubahan wujud zat dari zat padat menjadi zat cair yang terjadi ketika suatu zat menyerap kalor. Titik lebur adalah suhu zat ketika melebur, sebagai contoh pada kondisi lingkungan kita yaitu es melebur menjadi cair pada suhu 0°C sehingga titik lebur es $= 0^{\circ}\text{C}$. Kalor yang diperlukan 1 kg zat untuk melebur disebut kalor lebur.

Contoh Soal:

Jika titik lebur es 0°C , kalor jenis es $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis air $1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es 80 kal/g , maka kalor yang diperlukan untuk melebur 1 kg es pada suhu -2°C adalah.....

Pembahasan:

Tahap pertama menurunkan suhu es dari -2°C .

$$\begin{aligned} Q_1 &= m \cdot c_{es} \cdot \Delta T \\ &= 1000 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-2)) \\ &= 1000 \text{ kalori} \end{aligned}$$

Tahap kedua meleburkan es pada suhu 0°C ,

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L \\ &= 1000 \cdot 80 \\ &= 80.000 \text{ kalori} \end{aligned}$$

Jadi, kalor yang dibutuhkan adalah

$$\begin{aligned} Q_T &= Q_1 + Q_2 \\ &= 1000 + 80.000 \\ &= 81.000 \text{ kalori} \\ &= 8,1 \times 10^4 \text{ kalori} \end{aligned}$$

2) Membeku

Membeku yaitu perubahan wujud zat dari zat cair menjadi zat padat yang terjadi ketika suatu zat melepas kalor. Titik beku adalah suhu zat ketika membeku dan titik beku air pada kondisi lingkungan kita adalah 0°C . Contoh peristiwa pembekuan yang sering kita lihat dalam kehidupan sehari-hari adalah cair menjadi es. Kalor yang dilepaskan untuk membekukan 1 kg zat cair menjadi 1 kg zat padat pada titik leburnya disebut kalor beku.

3) Menguap

Menguap adalah perubahan wujud dari zat cair menjadi gas. Peristiwa ini terjadi karena peningkatan atau pemanasan suhu yang dialami benda tersebut. Contohnya air dimasak lama-lama akan habis, atau bensin yang dibuarkan di udara terbuka lama-lama habis menjadi uap. Kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan sejumlah zat dapat diperoleh dengan persamaan:

$$Q = m \cdot U$$

Keterangan:

Q = Kalor ($J/^{\circ}C$)

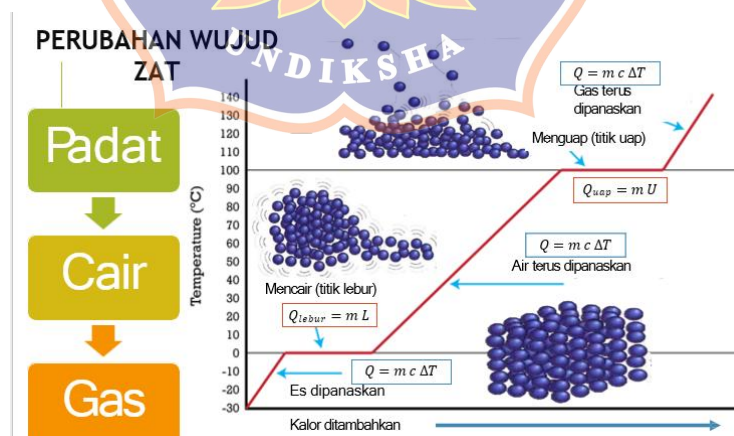
m = massa (kg)

U = kalorUap(J/kg)

4) Mengembun

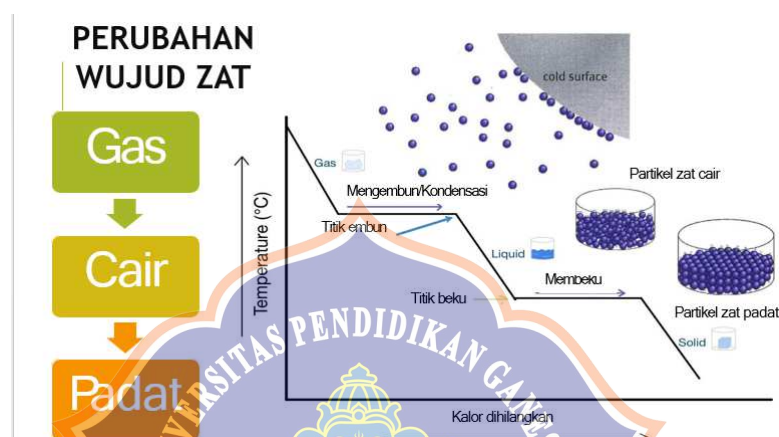
Mengembun adalah perubahan wujud dari gas menjadi cair, contohnya adalah ketika kita menyimpan es batu dalam gelas maka bagian luar gelas akan basah, atau rumput di lapangan menjadi basah dipagi hari padahal malam harinya tidak hujan. Peristiwa ini terjadi karena adanya peningkatan suhu yang dialami oleh benda tersebut. Kalor yang dilepaskan untuk mengubah wujud 1 kg uap menjadi cair pada titik didihnya dinamakan kalor laten embun atau kalor embun.

Berikut grafik perubahan wujud zat:



Grafik perubahan wujud zat menunjukkan hubungan antara suhu dan kalor yang diberikan pada suatu zat. Saat es dipanaskan, suhunya meningkat hingga mencapai titik lebur ($0^{\circ}C$) sesuai persamaan $Q = mc\Delta T$. Pada saat mencair, suhu

tetap meskipun kalor terus diberikan karena kalor digunakan untuk mengubah wujud zat ($Q_{lebur} = mL$). Setelah seluruh es menjadi air, suhu air kembali meningkat hingga mencapai titik didih (100°C). Pada saat mendidih, suhu kembali tetap karena kalor digunakan untuk mengubah air menjadi uap ($Q_{uap} = mU$). Setelah seluruh air berubah menjadi uap, suhu uap akan meningkat jika kalor terus ditambahkan. Grafik ini menunjukkan bahwa kalor dapat digunakan untuk menaikkan suhu zat maupun mengubah wujud zat.



Grafik perubahan wujud zat saat kalor dihilangkan menunjukkan bahwa suhu zat akan menurun secara bertahap. Ketika gas didinginkan hingga mencapai titik embun, gas mengalami kondensasi (mengembun) menjadi cair dengan suhu tetap. Setelah seluruh gas berubah menjadi cair, suhu cairan kembali menurun hingga mencapai titik beku. Pada titik beku, cairan berubah menjadi padat dengan suhu yang tetap. Setelah seluruh zat menjadi padat, suhu zat padat akan terus menurun jika kalor terus dihilangkan. Grafik ini menunjukkan bahwa selama perubahan wujud, suhu zat tetap karena kalor yang dilepaskan digunakan untuk mengubah susunan partikel zat.

➤ Pertemuan 3

4. Asas Black

A. Asas Black



Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mencampurkan air panas dan air dingin untuk memperoleh suhu tertentu. Misalnya, Clara memiliki 200 gram air panas bersuhu 80°C dan ingin mendapatkan air hangat bersuhu 40°C dengan menambahkan air dingin bersuhu 20°C . Bagaimana cara menentukan banyak air dingin yang harus ditambahkan? Permasalahan ini dapat dijelaskan menggunakan Asas Black.

Asas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black (1728 – 1799). Bunyi Asas Black sebagai berikut : *“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”* Secara sederhana hukum kekekalan energi tersebut berbunyi banyak kalor yang diberikan sama dengan banyak kalor yang diterima. Dinyatakan dalam persamaan berikut:

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

$$m_1 c_1 (T_1 - T_a) = m_2 c_2 (T_a - T_2)$$

Keterangan:

Q_{lepas} = Kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi (J)

Q_{terima} = Kalor yang diterima benda bersuhu rendah (J)

m_1 = Massa benda 1 (kg)

m_2 = Massa benda 2 (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 (J/ kg K)

c_2 = kalor jenis benda 2 (J/ kg K)

T_a = Temperatur akhir campuran saat dalam keadaan setimbang (K)

T_1 = Temperatur mula-mula benda 1 (K)

T_2 = Temperatur mula-mula benda 2 (K)

Contoh Soal:

Sebatang tembaga bermassa 400 gram bersuhu 127°C . Dimasukkan ke dalam air 500 gram bersuhu 27°C . Jika kalor jenis air $4.200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{K}$ dan Kalor jenis tembaga $390 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{K}$, tentukanlah suhu campuran yang terbentuk!

Jawab:

Dik

$$m_1 = 500 \text{ gram} = 0,5 \text{ kg}$$

$$c_1 = 4.200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{K}$$

$$m_2 = 400 \text{ gram} = 0,4 \text{ kg}$$

$$c_2 = 390 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{K}$$

$$T_1 = 27^{\circ}\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 127^{\circ}\text{C} = 400 \text{ K}$$

$$\text{Dit : } T_c = \dots ?$$

Jawab:

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

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

$$0,5 \times 4.200 \times (T_c - 300) = 0,4 \times 390 \times (400 - T_c)$$

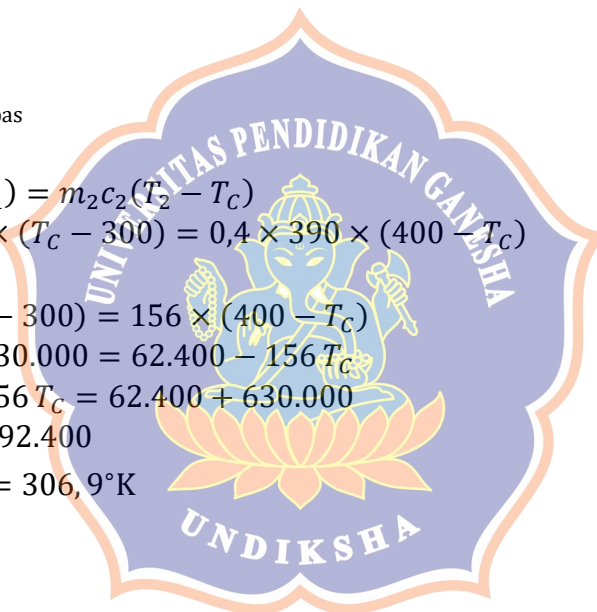
$$2.100 \times (T_c - 300) = 156 \times (400 - T_c)$$

$$2.100 T_c - 630.000 = 62.400 - 156 T_c$$

$$2.100 T_c + 156 T_c = 62.400 + 630.000$$

$$2.256 T_c = 692.400$$

$$T_c = \frac{692.400}{2.256} = 306,9^{\circ}\text{K}$$



➤ Pertemuan 4 5. Pemuaian

A. Pemuaian Zat



Pernahkah kalian mengalami kesulitan membuka tutup botol kaca yang terlalu kencang? Salah satu cara yang sering dilakukan adalah menyiram tutup botol dengan air panas. Setelah beberapa saat, tutup botol menjadi lebih mudah dibuka. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Fenomena ini berkaitan dengan sifat benda yang dapat mengalami perubahan ukuran ketika menerima kalor. Ketika tutup logam terkena air panas, logam akan memuai sehingga diameter tutup bertambah dan ikatannya dengan mulut botol menjadi lebih longgar. Peristiwa ini merupakan salah satu contoh penerapan konsep pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.

Pemuaian adalah peristiwa bertambahnya ukuran suatu benda akibat kenaikan suhu. Pemuaian dapat terjadi pada zat padat, cair, maupun gas. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya energi kinetik partikel-partikel penyusun zat sehingga jarak antarpartikel menjadi lebih besar.



1) Pemuaian Zat Padat

Pada zat padat, pemuaian dapat berupa pertambahan panjang, luas, atau volume. Besarnya pemuaian dipengaruhi oleh ukuran awal benda, jenis bahan, dan besar perubahan suhu. Setiap bahan memiliki koefisien muai yang berbeda-beda.



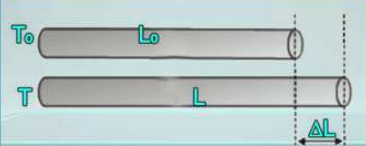
Besar pemuaian yang dialami suatu benda tergantung pada 3 hal, yaitu ukuran awal benda, karakteristik bahan, dan besar perubahan suhu benda. Koefisien muai panjang suatu zat adalah angka yang menunjukkan pertambahan panjang zat apabila suhunya dinaikkan 1°C . Tabel Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat:

Jenis Logam	Koefisien Muai Panjang ($\dots/^{\circ}\text{C}$)
Aluminium	0.000025
Tembaga	0.0000167
Besi	0.000012
Baja	0.000011
Platina	0.0000089
Kaca	0.000009
Kaca pyrex	0.000003
Kuningan	0.000019
Seng	0.000026

a) Pemuaian Panjang



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



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

ΔL = perubahan panjang (m)
 L_0 = panjang awal (panjang mula mula) (m)
 α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$) seberapa besar suatu benda memuai tiap kenaikan suhu
 ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$) T akhir - T awal

mencari **PANJANG AKHIR** benda setelah dipanaskan

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

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

Koefisien muai panjang

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

b) Pemuaian Luas



Untuk benda yang berbentuk lempeng (benda 2 dimensi) ketika dipanaskan akan terjadi pemuaian dalam arah panjang dan lebar, hal ini berarti lempeng tersebut mengalami pertambahan luas atau pemuaian luas. Pertambahan luas suatu benda dapat dirumuskan :

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

Keterangan:

A_t = luas akhir pada suhu T (m^2)

A_0 = luas awal pada suhu T_0 (m^2)

ΔA = perubahan luas (m^2)

β = koefisien muai luas ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

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

Persamaan Luas Akhir

$$A_t = A_0 + \Delta A$$

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

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

Hubungan β dengan α

Untuk benda padat isotrop (memuai sama ke segala arah), koefisien muai luas (β) berhubungan dengan koefisien muai panjang (α) sebagai berikut:

$$\beta = 2\alpha$$

Sehingga persamaan luas akhir dapat juga ditulis:

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

c) Pemuaian Volume

Zat padat yang mempunyai 3 dimensi (panjang, lebar dan tinggi) seperti bola dan balok, jika dipanaskan akan mengalami muai luas/volume. Pertambahan muai volume benda suatu benda dapat dirumuskan:

Rumus Umum Pemuaian Volume

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

Keterangan:

ΔV = pertambahan volume (m^3)

γ = koefisien muai volume ($1/^\circ C$)

V_0 = volume mula-mula (m^3)

ΔT = perubahan suhu ($^\circ C$)

Hubungan dengan Koefisien Muai Panjang

$$\gamma = 3\alpha$$

Sehingga rumus volume akhir juga bisa ditulis:

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

2) Pemuaian Zat Cair

Zat cair tidak memiliki bentuk tetap dan menyesuaikan dengan wadahnya. Oleh karena itu, pemuaian zat cair hanya ditinjau dari perubahan volumenya. Besar pemuaian volume zat cair dipengaruhi oleh koefisien muai volume zat tersebut. Pertambahan volume zat cair akibat pemuaian dirumuskan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

V_t = Luas bidang setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = Luas bidang mula-mula (m^3)

ΔT = Perubahan suhu ($^\circ C$)

β = Koefisien muai ruang ($^\circ C^{-1}$)

3) Pemuaian Gas

Seperti halnya benda padat, gas juga memuai jika dipanaskan. Pemuaian pada zat gas dapat terjadi ketika mengalami peningkatan suhu dan gas akan memuai. Sebagai contoh pemuaian gas akan terjadi ketika ban kendaraan terlalu penuh, maka ban tersebut ketika terkena suhu yang panas dapat meletus.

Hukum mengenai pemuaian gas dinyatakan oleh Gay Lussac yang berbunyi: *“Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana”*. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan mula-mula (Pa, atm atau N/m^2)

P_2 = Tekanan akhir (Pa, atm atau N/m^2)

V_1 = Volume benda mula-mula (m^3)

V_2 = Volume benda akhir (m^3)

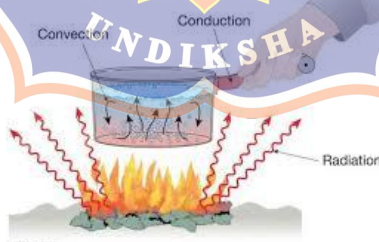
T_1 = Suhu mutlak mula-mula (K)

T_2 = Suhu mutlak akhir (K)

➤ Pertemuan 5

6. Perpindahan Kalor

A. Perpindahan Kalor



Gambar di atas menunjukkan sebuah panci yang dipanaskan di atas api. Seketika panci yang sebelumnya dingin menjadi panas. Ini membuktikan adanya aliran kalor (panas) pada panci. Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Kalor berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Perpindahan kalor dari suatu benda ke benda lain dapat melalui 3 cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

1) Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor yang tidak disertai dengan perpindahan partikel zat pengantarnya dan terjadi pada medium padat. Besarnya aliran kalor yang terjadi secara konduksi dapat dirunuskan sebagai berikut:

$$Q = \frac{k \cdot t \cdot A(T_1 + T_2)}{d} \quad \text{atau} \quad H = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{d}$$

Keterangan:

$H = Q/T$ Kelajuan hantaran kalor

(banyaknya kalor yang mengalir per satuan waktu) (J/s)

$\Delta T = (T_1 + T_2) =$ perbedaan suhu dua permukaan (K)

$k =$ konduktivitas termal daya hantar panas (J/ms K)

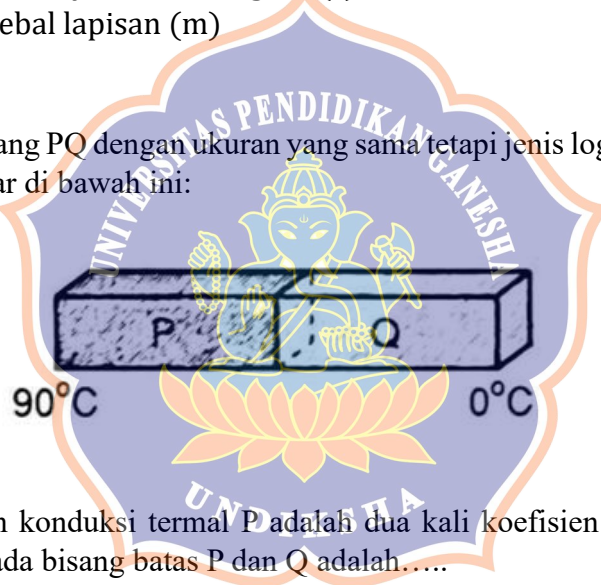
$A =$ Luas permukaan (m^2)

$t =$ lamanya kalor mengalir (s)

$d =$ tebal lapisan (m)

Contoh Soal:

Dua buah batang PQ dengan ukuran yang sama tetapi jenis logam beda diletakkan seperti gambar di bawah ini:



Jika koefisien konduksi termal P adalah dua kali koefisien konduksi termal Q maka suhu pada bidang batas P dan Q adalah.....

Pembahasan:

$$Q_p = Q_q$$

$$\begin{aligned} \frac{k_p A_p \Delta T}{l_p} &= \frac{k_q A_q \Delta T}{l_q} \\ \frac{2k_p A_p (90 - t_R)}{l_p} &= \frac{k_q A_q (t_R - 0)}{l_q} \\ 2(90 - t_R) &= t_R \\ (180 - 2t_R) &= t_R \\ (3t_R) &= 180 \\ t_R &= \frac{180}{3} \\ t_R &= 60^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2) Konveksi



Saat kalian merebus air maka akan terjadi aliran (perpindahan) kalor dari air yang panas dibagian bawah dengan air yang dingin dibagian atas wadah, peristiwa perpindahan tersebut adalah konveksi. Konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai oleh perpindahan partikel- partikel-partikel zat dan terjadi pada medium gas dan cair.



Angin laut dan angin darat merupakan peristiwa perpindahan kalor yang terjadi akibat perbedaan suhu antara daratan dan lautan. Pada siang hari, daratan lebih cepat panas dibandingkan lautan sehingga udara di atas daratan naik dan digantikan oleh udara yang lebih sejuk dari laut (angin laut). Sebaliknya, pada malam hari daratan lebih cepat dingin dibandingkan lautan sehingga udara di atas laut naik dan digantikan oleh udara dari daratan (angin darat).

Kedua peristiwa tersebut menunjukkan adanya perpindahan kalor yang disertai perpindahan zat perantaranya. Perpindahan kalor seperti ini disebut konveksi.

Laju perpindahan secara konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

$H = Q =$ Kelajuan hantaran kalor

(banyaknya kalor yang mengalir per satuan waktu (J/s))

$\Delta T = (T_1 - T_2) =$ Perbedaan suhu dua permukaan (K)

$t =$ waktu

$h =$ tetapan konveksi (W/m^2K atau W/m^2C)

$A =$ luas penampang (m^2)

3) Radiasi



Saat kalian berkumpul di sekitar api unggun, akan dirasakan panas dari api yang menyala, peristiwa ini disebut perpindahan secara radiasi. Radiasi adalah perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara. Contoh perpindahan kalor secara radiasi adalah perpindahan kalor dari matahari sampai ke bumi. Sedangkan laju radiasi dari permukaan suatu benda berbanding lurus dengan luas penampang, berbanding lurus dengan pangkat empat suhu mutlaknya dan bergantung sifat permukaan benda tersebut. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

Laju pancaran kalor menurut Stefan Boltzman adalah sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4$$

H : laju perpindahan kalor (J/s)

Q : kalor yang berpindah/ merambat (J)

t : waktu (s)

e : emisivitas benda ($0 < e < 1$)

σ : tetapan Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

Contoh Fenomena dalam kehidupan sehari-hari :

KONDUKSI (Hantaran)	KONVEKSI (Aliran)	RADIASI (Pancaran)
Perpindahan kalor melalui zat padat tanpa disertai perpindahan zat. Kalor merambat melalui logam	Perpindahan kalor yang disertai perpindahan zat (cair atau gas). Air panas naik Air dingin turun	Perpindahan kalor tanpa memerlukan medium (zat perantara). Kalor dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik
Contoh dalam kehidupan sehari-hari Sendok logam dalam air panas - Kalor dari air panas merambat melalui sendok logam. - Ujung sendok yang dipegang menjadi panas. Ciri: terjadi pada zat padat, partikel tidak berpindah tempat.	Contoh dalam kehidupan sehari-hari Air dipanaskan dalam panci - Air di bagian bawah mendapat kalor, menjadi panas dan naik ke atas. - Air yang lebih dingin turun ke bawah. Ciri: terjadi pada zat cair atau gas, partikel berpindah tempat.	Contoh dalam kehidupan sehari-hari Panas matahari sampai ke Bumi - Panas Matahari sampai ke Bumi melalui ruang hampa (tanpa udara). - Kita merasakan kehangatan Matahari tanpa menyentuhnya. Ciri: tidak memerlukan medium, dapat terjadi di ruang hampa.

Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD PERTEMUAN 1 KONSEP SUHU, KALOR DAN KONVERSI SUHU

LKPD

KELAS XI

Konsep Suhu, Kalor, dan
Konversi suhu



Nama Kelompok: _____

Anggota : _____

Kelas: _____

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menganalisis konsep suhu dan prinsip kerja termometer sebagai alat ukur suhu.
2. Membandingkan dan mengonversi suhu suatu benda ke dalam skala Celsius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur.
3. Menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan konversi skala suhu.
4. Merancang strategi sederhana untuk mengendalikan proses perpindahan kalor sesuai kebutuhan praktis sehari-hari

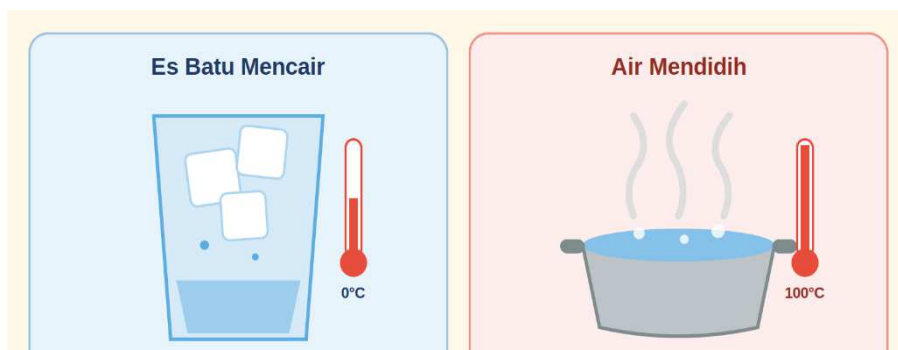
ORIENTASI MASALAH

Masalah:

Suatu pagi, Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja. Ibu baru saja mendidihkan air (100°C) untuk melarutkan gula dan teh. Ayah bilang hanya punya waktu 10 menit lagi sebelum berangkat, dan tidak mungkin minum teh sepanas itu. Di meja kebetulan ada semangkuk es batu. Adik pun bertanya, 'Bu, kalau es batunya kita masukkan ke teh, esnya kan mencair tapi kok air tehnya nggak sampai membeku? Terus supaya tehnya cepet pas diminum tapi rasanya nggak jadi hambar, sebaiknya gimana?'

Tantangan Untuk Kelompok:

Rancanglah strategi (kapan es dimasukkan, berapa banyak es yang digunakan, atau perlakuan apa yang dilakukan pada air teh panas terlebih dahulu) agar teh dapat disajikan pada suhu yang nyaman diminum dalam waktu 10 menit, tanpa membuat rasanya terlalu hambar atau encer. Jelaskan alasan ilmiah di balik rancangan kelompok kalian, dikaitkan dengan konsep suhu dan kalor.



Link Video es batu mencair: <https://share.google/Rj7NYF1Tf4HHHuoYr>

Link Video Air mendidih : <https://share.google/zHnNMMDalhTheuQJY>

Rumuskan 2-3 pertanyaan masalah yang ingin kalian selidiki berdasarkan kasus di atas. Arahkan pertanyaan pada konsep suhu-kalor sekaligus strategi penyajian teh, misalnya soal pengaruh jumlah es, waktu pencampuran, atau arah perpindahan kalor:

No.	Rumusan Masalah
1	
2	
3	

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tuliskan hipotesis (dugaan sementara) kelompok kalian mengenai suhu, kalor, dan hubungan antar skala suhu. Gunakan kalimat: “Kami menduga bahwa strategiakan membuat suhu teh turun ke tingkat nyaman diminum dalam waktu 10 menit, karena.....”

<i>Hipotesis:</i>	

Alat dan Bahan

- 2 Gelas identik (volume sama)
- Teh celup + gula secukupnya
- Air panas $\pm 100^{\circ}\text{C}$ (volume sama untuk kedua gelas)
- Es batu secukupnya (jumlah sama untuk kedua gelas)
- Termometer
- Stopwatch / jam HP

Diskusikan bersama kelompok: informasi dan sumber apa saja yang kalian butuhkan untuk menguji hipotesis tersebut? (misalnya: pengertian suhu dan kalor, rumus konversi suhu, titik tetap atas dan bawah tiap skala termometer, dsb.)

--

**MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI
SENDIRI MAUPUN KELOMPOK**

Mini Materi:

Suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur dengan termometer (satuan: °C, K, °F, °R). Kalor adalah energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah (satuan: Joule atau Kalori). Suhu adalah keadaan, sedangkan kalor adalah energi yang berpindah.

Penyelidikan (Eksperimen Sederhana):

- Siapkan 2 gelas berisi air teh panas bersuhu sama ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan es batu secukupnya.
- Gelas A: masukkan seluruh es batu sekaligus ke dalam teh panas. Ukur dan catat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Gelas B: biarkan teh panas selama 3–4 menit, baru masukkan es batu sedikit demi sedikit. Ukur dan catat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Amati dan catat suhu akhir tiap gelas pada menit ke-10, serta perkiraan kepekatan rasa teh (lebih encer/tidak) berdasarkan seberapa banyak es yang mencair.

Selama menunggu timer 10 menit berjalan, siswa tetap membaca Mini Materi dan mengerjakan soal konversi suhu di bawah ini.

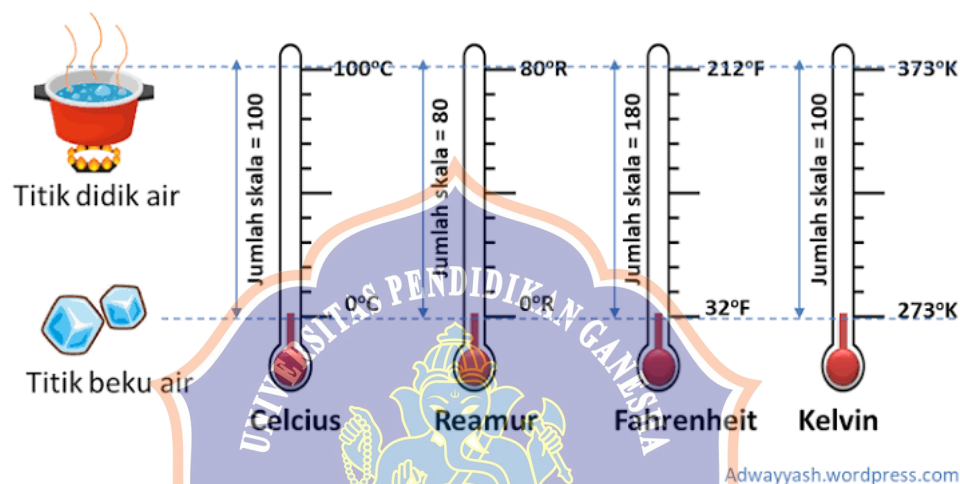
Diskusikan: ke mana arah perpindahan kalor pada masing-masing strategi (Gelas A dan Gelas B)?

Tabel Pengamatan:

No.	Strategi	Suhu Awal	Suhu menit ke 10	Perkiraan Kepekatan Rasa	Arah Perpindahan Kalor
1	Gelas A (es dimasukkan tidak				

	lama setelah teh diseduh)				
2	Gelas B (Ditunda (pemberian es ditahan beberapa saat, sesuai rancangan kelompok)				

Selesaikan juga soal konversi suhu berikut berdasarkan kasus pemantik di atas:



1. Jika suhu teh yang nyaman untuk diminum adalah sekitar 60°C , konversikan suhu tersebut ke dalam skala Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur!

Jawaban:

2. Suhu tubuh manusia normal adalah 37°C . Jika adik di atas demam dan suhu tubuhnya terukur $100,4^{\circ}\text{F}$, apakah suhu tersebut lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu normal? Buktikan dengan perhitungan konversi!

Jawaban:

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

Susunlah hasil pengamatan, perhitungan konversi, dan jawaban kelompok kalian dalam bentuk laporan singkat dipresentasikan di depan kelas. Sertakan:

- Tabel hasil pengamatan Gelas A dan Gelas beserta arah perpindahan kalornya
- Jawaban atas dua soal konversi suhu di atas beserta cara perhitungannya
- Penjelasan kelompok mengenai perbedaan suhu dan kalor berdasarkan hasil pengamatan
- Rekomendasi strategi penyajian the terbaik berdasarkan hasil percobaan, disertai alasan ilmiah (konsep suhu dan kalor)

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

Apakah hipotesis awal kelompok kalian terbukti melalui hasil pengamatan dan perhitungan? Jelaskan!

Kesimpulan:

Tuliskan kesimpulan kelompok yang menjawab: apa bedanya suhu dan kalor, mengapa es bisa mencair walau tidak dipanaskan langsung, dan strategi mana (Gelas A atau B) yang paling efektif untuk menyajikan teh sesuai tantangan di atas beserta alasan ilmiahnya.

REFLEKSI DIRI

Pernyataan Refleksi	Jawaban
Saya memahami perbedaan suhu dan kalor	☐ Ya ☐ Belum
Saya bisa melakukan konversi antar skala suhu	☐ Ya ☐ Belum

Saya bisa merancang strategi berdasarkan konsep suhu dan kalor	☐ Ya ☐ Belum
Saya aktif berdiskusi dalam kelompok	☐ Ya ☐ Belum

LKDP PERTEMUAN 2 DAN 3 PERUBAHAN WUJUD & ASAS BLACK

NAMA KELOMPOK

Nilai

1.
-
2.
-

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Percobaan 1

Berdasarkan percobaan 1 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu :

1. Merancang percobaan perubahan wujud zat pada fase padat ke gas
2. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud, membedakan kalor lebur dan kalor uap dan menentukan total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan wujud tersebut
3. Membuat kurva perubahan wujud zat sesuai hasil percobaan

B. Percobaan 2

Berdasarkan percobaan 2 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu:

1. Merancang percobaan Asas Black
2. Membuktikan jumlah kalor yang dilepas pada benda bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima benda bersuhu rendah

II. ORIENTASI MASALAH (KASUS)

Pada suatu siang yang panas, Rani ingin membuat minuman dingin dengan menambahkan beberapa es batu ke dalam air. Setelah beberapa saat, es

batu tersebut mencair meskipun tidak dipanaskan. Karena penasaran, Rani kemudian memanaskan air tersebut di dalam panci. Lama-kelamaan air menjadi panas, muncul gelembung, dan akhirnya menghasilkan uap. Namun, ia menyadari bahwa jumlah air di dalam panci semakin berkurang. Di sisi lain, Rani mencoba mencampurkan air panas dengan air dingin. Ia memperkirakan suhu campuran akan menjadi sangat panas, namun ternyata hanya terasa hangat. Rani merasa bingung dengan peristiwa-peristiwa tersebut dan ingin mengetahui apa yang sebenarnya terjadi.

III. MERUMUSKAN MASALAH

Berdasarkan kasus di atas, tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang muncul!

Jawaban:

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

IV. HIPOTESIS

Tuliskan dugaan sementara berdasarkan rumusan masalah yang telah kalian buat!

Jawaban:

MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI SENDIRI MAUPUN KELOMPOK

V. PROSEDUR PERCOBAAN

Lakukan percobaan untuk menguji hipotesis dan menjawab rumusan masalah yang telah kalian buat.

A. ALAT DAN BAHAN:

1. Gelas plastik / gelas ukur (3 buah)
2. Termometer (1 Buah)
3. Air panas (100 ml)
4. Air dingin (100 ml)
5. Esa Batu (secukupnya)
6. Sendok pengaduk (1 Buah)

B. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN**Percobaan 1: Perubahan wujud Zat**

1. Siapkan beberapa potong es batu dalam gelas
2. Ukur suhu awal es, catat pada tabel pengamatan
3. Panaskan es hingga mencair, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan
4. Setelah es berubah menjadi air, panaskan air lalu tunggu sampai mendidih dan muncul uap, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan

Tabel pengamatan 1

No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume Es Batu	
2	Suhu Awal es	
3	Volume air	
4	Suhu air	
5	Suhu air mendidih	

Percobaan 2 : Asas Black

1. Siapkan 100 mL air panas dalam gelas pertama
2. Ukur suhu air panas, lalu catat sebagai T_1
3. Siapkan 100 mL air dingin dalam gelas kedua
4. Ukur suhu air dingin lalu catat sebagai T_2
5. Campurkan air panas dan air dingin ke dalam gelas ketiga
6. Aduk perlahan menggunakan sendok pegaduk
7. Ukur suhu akhir campuran, lalu catat sebagai T_c
8. Bandingkan hasil percobaan dengan prediksi kelompok
9. Tulis data dalam tabel pengamatan seperti berikut

Tabel Pengamatan 2

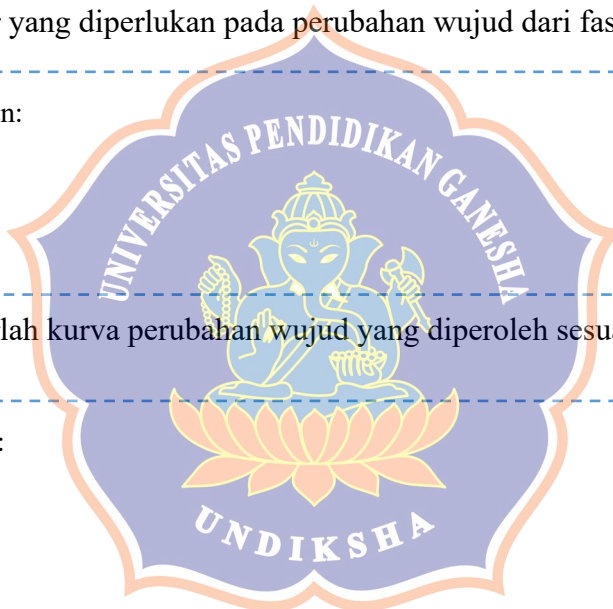
No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air panas	
2	Suhu Awal air panas	
3	Volume air dingin	
4	Suhu awal air dingin	
5	Suhu akhir percobaan	

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA**V. ANALISIS DATA PERCOBAAN 1**

Gunakan hasil percobaan untuk menjawab rumusan masalah.

1. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, hitunglah jumlah kalor yang diperlukan pada perubahan wujud dari fase padat ke gas

Jawaban:



2. Gambarkanlah kurva perubahan wujud yang diperoleh sesuai hasil percobaan

Jawaban:

VI. ANALISIS DATA PERCOBAAN 2

1. Dengan menggunakan persamaan asas Black hitunglah suhu campuran yang terbentuk sesuai data percobaan! lalu bandingkan suhu campuran yang diperoleh menggunakan termometer dengan suhu campuran sesuai perhitungan diatas!

Jawaban:

2. Buktikanlah jumlah kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima sesuai dengan bunyi Asas Black, melalui perhitungan menggunakan rumus dan pengukuran hasil percobaan!

Jawaban:

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data yang diperoleh pada kedua percobaan yang dilakukan, tuliskanlah kesimpulan yang diperoleh!

Jawaban:

VIII. REFLEKSI

Tuliskan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan! (Refleksi dapat berupa kekurangan dan kelebihan)

Jawaban:

LKDP PERTEMUAN 4 PEMUAIAN

Tujuan: Memahami konsep pemuaian dan menentukan jenis pemuaian

Permasalahan: ORIENTASI MASALAH



Coba perhatikan jendela kelas kalian. Kaca yang terpasang di jendela tersebut tidak dipasang pas selalu ada celah kecil di antara kaca dan bingkainya. Begitu pula sambungan rel kereta api yang tidak dipasang rapat-rapat, selalu ada sedikit jarak di antara dua rel yang berdekatan.

Rumusan Masalah: Tuliskan pertanyaan yang muncul dari situasi di atas!

1. _____
2. _____

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

HIPOTESIS

Sebelum melakukan percobaan, tulis dugaanmu terlebih dahulu!

Jika suatu zat (padat/cair/gas) dipanaskan, maka dugaan saya adalah...

Alasan: _____

MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI SENDIRI MAUPUN KELOMPOK

PENYELIDIKAN (EKSPERIMEN)

1. Alat dan bahan

- Baskom 1 buah
- Botol kaca 2 buah
- Sedotan bening
- Air biasa
- Air mendidih
- Minyak Goreng
- Plastisin
- Pewarna

2. Prosedur

- Isi botol kaca 1 dengan air berwarna, dan botol kaca 2 dengan minyak goreng. Pastikan volumenya sama.
- Masukkan sedotan ke tiap botol, tutup mulut botol dengan plastisin agar rapat.
- Letakkan kedua botol dalam baskom, lalu tuangkan air panas ke baskom hingga botol terendam.
- Tunggu 2–3 menit, amati apa yang terjadi pada cairan di dalam sedotan.
- Catat perubahan yang kamu lihat pada tabel pengamatan.

HASIL PENGAMATAN

Pengamatan	Sebelum dipanaskan	Setelah dipanaskan	Perubahan yang terjadi
Botol 1 (Air)			
Botol 2 (minyak)			

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA**DISKUSI & ANALISIS**

1. Mengapa cairan naik ke dalam sedotan setelah botol direndam air
2. Bandingkan tinggi kenaikan cairan pada botol 1 (air) dan botol 2 (minyak). Apa yang bisa kamu simpulkan tentang koefisien muai kedua zat tersebut?

3. Menurutmu, mengapa kaca jendela dan rel kereta api dipasang dengan celah?

Apa yang terjadi jika celah itu tidak ada?

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan!

1. Zat cair yang dipanaskan akan

karena

2. Perbedaan antara air dan minyak goreng dalam hal pemuain adalah

3. Penerapan konsep pemuain dalam kehidupan sehari-hari:

Refleksi Diri

Hal baru yang aku pelajari:

Hal yang masih belum aku pahami:

LKPD PERTEMUAN 5 PERPINDAHAN KALOR

NAMA KELOMPOK

1.

2.

3.

4.

5.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Memahami konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) melalui pemecahan masalah.

2. Menghitung laju perpindahan kalor secara kuantitatif ($Q = mc\Delta T$ dan $P = Q/t$).

3. Merancang alat sederhana berbasis konsep perpindahan kalor.

ORIENTASI MASALAH

Masalah: Saat berkemah, sekelompok siswa menyalakan api unggun untuk menghangatkan diri. Adi yang duduk paling dekat merasa sangat panas di kulitnya, Budi yang mengaduk air panas dengan sendok logam tiba-tiba berteriak kepanasan, sementara Cici yang berada agak jauh juga ikut merasakan hangat. Mereka pun bertanya-tanya.



Simak video berikut untuk membantu analisis kalian:

https://youtu.be/Me60Ti0E_rY

Rumuskan 2 pertanyaan masalah yang ingin kalian selidiki:

1.	
2.	

MENGORGANISASI PESERTA DIDIK

Berdasarkan masalah di atas, tuliskan hipotesis kelompok kalian:

Hipotesis

MEMBIMBING PENYELIDIKAN

Alat & Bahan:

Gelas ukur · Termometer · Air 100 mL · Bunsen/pemanas · Stopwatch ·
Pewarna makanan · Sendok

1. Ukur dan catat suhu awal air (T_1).
2. Panaskan air, teteskan pewarna makanan, amati pergerakan aliran.
3. Catat waktu (t) hingga air mendidih dan ukur suhu akhir (T_2)

No.	Besaran yang Diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air	
2	Suhu awal air	
3	Suhu akhir air	
4	Waktu yang diperlukan air mendidih	

Hitung Laju Kalor → $Q = m \times c \times \Delta T$ ($c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$) lalu $P = Q / t$

$$Q = m \times c \times \Delta T = \dots \times 4.200 \times \dots = \dots \text{ J}$$

$$P = Q / t = \dots / \dots = \dots \text{ Watt}$$

MENGEMBANGKAN & MENYAJIKAN HASIL

1. Bagaimana hubungan ΔT dengan laju kalor (P)? Jelaskan berdasarkan data!

Jawaban:

2. Jelaskan perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi beserta 1 contoh masing-masing!

Jawaban:

Rancang Alatmu!

Rancanglah sebuah alat sederhana yang memanfaatkan konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan/atau radiasi). Bebas menentukan jenis alatnya yang penting jelaskan prinsip kerjanya dan buat sketsanya!

Nama Alat	Prinsip Perpindahan Kalor yang Digunakan
Sketsa Alat	Cara Kerja Alat

MENGEVALUASI

Apakah hipotesis kalian terbukti? Apa kelebihan dan kekurangan rancangan alat kalian?

Jawaban:

KESIMPULAN

Tuliskan kesimpulan kelompok yang menjawab pertanyaan masalah di Fase 1:

Jawaban:

PRESENTASI HASIL DISKUSI

Refleksi Diri	Saya memahami perbedaan konduksi, konveksi, radiasi	Saya bisa menghitung laju kalor	Saya aktif berdiskusi
	☐ Ya ☐ Belum	☐ Ya ☐ Belum	☐ Ya ☐ Belum

Lampiran 3. Kisi kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian

A. Lembar Observasi Penilaian Sikap

No	Nama	Rasa Ingin Tahu	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Nilai
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

Aspek	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor
Kerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok dalam diskusi dan percobaan
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok dalam diskusi dan percobaan
	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran dan menyelesaikan LKPD
	3	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran dan menyelesaikan LKPD
	2	Kadang-kadang bertanggung jawab dalam mengikuti pembelajaran
	1	Tidak pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran

Keterangan: Skor maksimum = $3 \times 4 = 12$

Nilai = $(\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimum}) \times 100$

B. Lembar Observasi Penilaian Keterampilan (Presentasi)

No	Nama	Penilaian Keterampilan		Jumlah Skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

Rubrik Penilaian Keterampilan Presentasi

Aspek yang Dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Visualisasi	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta gestur yang baik	4
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur yang baik	3
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar tapi dengan gestur yang baik	2
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tidak dengan gestur yang baik	1
Konten	Isi presentasi tepat, jelas, dan lengkap sesuai konsep suhu dan kalor	4
	Isi presentasi tepat, jelas, akan tetapi tidak lengkap	3
	Isi presentasi tepat, tetapi tidak jelas dan tidak lengkap	2
	Isi presentasi salah, tidak jelas dan tidak lengkap	1

Keterangan: Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$

Total Skor = (Jumlah Skor Siswa / Skor Maksimal) x 100

C. Kisi-Kisi Sola Zep Quiz (Penilaian Pengetahuan)

No	Pertemuan	Materi	Indikator Soal	Level Kognitif	Bentuk Soal	No. Soal	Jml
1	P1	Suhu, Kalor & Konversi Suhu	Mendefinisikan pengertian suhu	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi alat ukur suhu (termometer)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mendefinisikan pengertian kalor	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	3	
			Mengidentifikasi penemu Asas Black / kalor	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	4	
			Memahami kesetaraan satuan kalori dan Joule	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5	
			Menerapkan rumus kalor jenis ($c = \frac{Q}{m\Delta T}$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Reamur	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	7	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Fahrenheit	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	8	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Kelvin	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	9	
			Menghitung energi kalor yang diterima zat ($Q = mc\Delta T$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	10	
2	P2	Perubahan Wujud Zat	Mendefinisikan kalor laten	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi peristiwa melebur	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mengidentifikasi peristiwa menguap	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	3	

			Menghubungkan fenomena mengembun dengan perubahan wujud	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	4	
			Menafsirkan grafik perubahan wujud (suhu konstan saat perubahan wujud)	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	5	
			Menghitung kalor untuk melebur es ($Q = mL$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Menilai kebenaran pernyataan: suhu konstan saat perubahan wujud	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	7	
			Menilai kebenaran definisi kalor laten	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	8	
			Menilai kebenaran pernyataan tentang membeku	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	9	
			Menilai kebenaran pernyataan tentang mengembun	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	10	
3	P3	Asas Black	Memahami bunyi Asas Black ($Q \text{ lepas} = Q \text{ serap}$)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi penemu Asas Black	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Memahami hasil akhir pencampuran dua zat berbeda suhu	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	3	
			Menerapkan persamaan matematis Asas Black	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	4	

4	P4	Pemuaian Zat	Memahami kesetimbangan termal dua benda	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5	10
			Menghitung suhu campuran dua zat berbeda (Asas Black)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Melengkapi pernyataan Asas Black ($Q_{lepas} = Q_{...}$)	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	7	
			Mengartikan simbol T_c dalam rumus Asas Black	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	8	
			Menghitung suhu campuran dua zat bermassa sama	C3 (Aplikasi)	Isian Singkat	9	
			Menyebutkan satuan SI kalor jenis (c)	C1 (Ingatan)	Isian Singkat	10	
			Menilai kebenaran definisi pemuaian zat	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	1	
			Menilai kebenaran pernyataan koefisien muai berbeda tiap bahan	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	2	
			Menilai kebenaran pernyataan pemuaian zat cair (hanya volume)	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	3	
			Menilai kebenaran penerapan pemuaian pada celah rel kereta api	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	4	
			Mengidentifikasi istilah pemuaian linier (panjang)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	5	
			Menerapkan hubungan	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	

5	P5	Perpindahan Kalor	koefisien muai luas $\beta = 2\alpha$				10
			Menerapkan hubungan koefisien muai volume $\gamma = 3\alpha$	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	7	
			Menganalisis pemuaian logam dalam konteks nyata (tutup botol kaca)	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	8	
			Mengidentifikasi hukum pemuaian gas (Gay-Lussac)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	9	
			Menganalisis pemuaian gas pada ban kendaraan	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	10	
			Mengidentifikasi definisi konduksi	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	
			Mengidentifikasi definisi konveksi	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mengidentifikasi contoh radiasi (panas Matahari ke Bumi)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	3	
			Menghubungkan fenomena angin laut/darat dengan konveksi	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	4	
			Mengidentifikasi contoh konduksi (sendok logam dipanaskan)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5	
5	P5	Perpindahan Kalor	Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju konduksi	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	6	10
			Melengkapi rumus kalor $Q = m \times c \times \Delta T$	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	7	
			Melengkapi rumus laju kalor $P = Q / \Delta t$	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	8	

			Menghitung kalor yang diperlukan ($Q = mc\Delta T$)	C3 (Aplikasi)	Isian Singkat	9	
			Memberikan contoh peristiwa radiasi dalam kehidupan sehari-hari	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	10	

Nilai Zep Quiz = $(\text{Skor yang diperoleh} / 100) \times 100$

Skor maksimum tiap pertemuan: 10 soal $\times$ 10 poin = 100

D. Rubrik Penilaian LKPD

No	Aspek	Indikator	Skor
1	Kelengkapan Isian	Semua bagian LKPD terisi lengkap dan sistematis	4
		Sebagian besar bagian LKPD terisi (75% ke atas)	3
		Sebagian kecil bagian LKPD terisi (50%-74%)	2
		LKPD hampir tidak terisi atau kosong (di bawah 50%)	1
2	Ketepatan Konsep	Seluruh jawaban dan analisis sesuai dengan konsep suhu dan kalor yang benar	4
		Sebagian besar jawaban benar dengan sedikit miskonsepsi	3
		Beberapa jawaban benar namun banyak miskonsepsi	2
		Jawaban sebagian besar salah dan terdapat banyak miskonsepsi	1
3	Analisis dan Pembahasan	Analisis mendalam, menggunakan data percobaan, dan menghubungkan dengan konsep secara tepat	4
		Analisis cukup baik namun belum sepenuhnya menggunakan data percobaan	3
		Analisis singkat dan kurang menghubungkan data dengan konsep	2
		Tidak ada analisis, hanya menyalin jawaban	1
4	Kesimpulan	Kesimpulan jelas, tepat, dan sesuai dengan tujuan LKPD	4

		Kesimpulan ada namun kurang tepat atau kurang lengkap	3
		Kesimpulan ada namun tidak relevan dengan tujuan	2
		Tidak ada kesimpulan	1

Keterangan: Skor maksimum = 4 x 4 = 16

Nilai LKPD = (Skor yang diperoleh / 16) x 100



Lampiran 4. Daftar Pustaka

Direktorat SMA. (2020). Modul Fisika Kelas XI KD 3.5: Suhu dan Kalor. Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas, dan Dikmen, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

https://repositori.kemendikdasmen.go.id/22210/1/XI_Fisika_KD-3.5_Final.pdf

Lasmi, N. K. (2023). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Pusat Perbukuan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.

<https://buku.kemdikbud.go.id/katalog/fisika-untuk-sma-ma-kelas-xi>



Lampiran 4.2 Modul Ajar Kelompok Eksperimen (PBL)

I. INFORMASI UMUM		
A. Identitas Modul		
Nama Sekolah	:	SMA Negeri 1 Seririt
Penulis	:	Dial Seroza Zalukhu
Mata Pelajaran	:	Fisika
Semester	:	Genap
Fase/Kelas	:	F/XI
Materi	:	Suhu dan Kalor
Alokasi Waktu	:	13 JP (5 Pertemuan x 40 menit)
Model Pembelajaran	:	<i>Problem Based Learning</i> (PBL)
Tahun Pelajaran	:	2025/2026

B. Capaian Pembelajaran (CP) Kemendikbud
Peserta didik mampu menganalisis konsep suhu dan kalor serta hubungannya dalam berbagai fenomena sehari-hari; menerapkan konversi skala suhu (Celsius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin) dalam penyelesaian masalah; menganalisis dan menyelesaikan permasalahan kalor menggunakan persamaan kalor ($Q = mc\Delta T$) dan Asas Black; menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud zat dan pemuaian benda; serta menjelaskan dan menghitung laju perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi melalui kegiatan penyelidikan (percobaan) dan mengomunikasikan hasilnya dalam bentuk laporan sederhana.
C. Kesiapan Peserta Didik
Sebelum mempelajari modul ini, peserta didik diharapkan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai: • Suhu sebagai ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda • Penggunaan termometer dalam kehidupan sehari-hari • Kalor adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu • Satuan energi dalam sistem internasional (Joule)
D. Karakteristik Mata Pelajaran
Materi Suhu dan Kalor mencakup tiga jenis pengetahuan:

Jenis Pengetahuan	Uraian
Konseptual	Pengertian suhu dan kalor, perbedaan suhu dan kalor, skala suhu dan konversi suhu, kalor jenis, kapasitas kalor, Asas Black, serta konsep kalor dalam perubahan suhu dan wujud zat.
Prosedural	Cara mengkonversi suhu antar skala dan menggunakan persamaan kalor dalam Asas Black untuk menentukan suhu akhir campuran.
Faktual	Fenomena perpindahan kalor dan perubahan wujud zat dalam kehidupan sehari-hari: es mencair, air mendidih, termos menjaga suhu, sendok logam terasa panas, pencampuran air panas dan dingin.

Dalam kehidupan sehari-hari, materi ini sangat dekat dengan pengalaman peserta didik membuat minuman hangat, mencampur air panas dan dingin, memasak air hingga mendidih, menyimpan air dalam termos, atau mengamati es batu yang mencair. Pembelajaran ini membantu peserta didik memahami bahwa suhu adalah ukuran derajat panas suatu benda, kalor adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu, serta kalor dapat menyebabkan perubahan suhu maupun perubahan wujud zat.

E. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila yang dikembangkan dalam pembelajaran ini:

- **Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia**
 - Mensyukuri fenomena alam termal sebagai ciptaan Tuhan yang teratur dan penuh hikmah.
- **Bernalar Kritis**
 - Menganalisis masalah nyata terkait perpindahan kalor, perubahan wujud, dan pemuain.
 - Menyimpulkan hasil percobaan berdasarkan data dan bukti yang valid.
- **Bergotong Royong**
 - Berkolaborasi dalam diskusi kelompok dan kegiatan percobaan.
 - Berbagi informasi dan sumber belajar antar teman.
- **Kreatif**
 - Menyajikan solusi inovatif atas permasalahan terkait suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari.

- **Mandiri**

- Aktif mengelola proses belajar secara mandiri dan bertanggung jawab dalam setiap kegiatan tatap muka.

F. Sarana dan Prasarana

- Laptop/Smartphone dan koneksi internet
- LCD Proyektor / Papan Tulis Digital
- Media Pembelajaran:
 - b. PPT (PowerPoint) presentasi materi tiap pertemuan
 - c. Video pembelajaran diputar langsung di kelas sebagai pemantik masalah di awal setiap pertemuan
 - d. Zep Quiz - kuis evaluasi akhir setiap pertemuan dikerjakan di kelas.
 - e. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) digital dan cetak
- Alat percobaan: termometer, beaker glass, pemanas, es batu, lilin, logam, air
- Sumber ajar:

Modul Fisika Kelas XI KD 3.5
https://repositori.kemendikdasmen.go.id/22210/1/XI_Fisika_KD-3.5_Final.pdf
 Buku Fisika untuk SMA/MA Kelas XI
<https://staticsc.cloudapp.web.id/content/pdf/bukuteks/kurikulum21/Fisika-BS-KLS-XI.pdf>

G. Target Peserta Didik

- Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan khusus dalam memahami materi
- Peserta didik dapat bekerja secara mandiri dan kolaboratif dalam kelompok tatap muka
- Peserta didik berprestasi tinggi diberikan pengayaan berupa eksplorasi lebih lanjut

H. Model dan Pendekatan Pembelajaran

Model	<i>Problem Based Learning (PBL)</i>
Pendekatan	<i>Deep Learning: Mindful, Meaningful, Joyful Learning</i>
Moda	Tatap Muka Langsung

Metode	Diskusi, Percobaan, Presentasi, Penugasan
II. KOMPENEN INTI	
A. Tujuan Pembelajaran	
Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu:	
1. Menganalisis konsep suhu, termometer, dan konversi skala suhu (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) dalam konteks kehidupan sehari-hari. 2. Mengevaluasi perubahan wujud zat dan menghitung kalor yang diserap/dilepas dalam proses pemanasan, pendinginan, dan perubahan wujud. 3. Menerapkan Asas Black dalam pemecahan masalah percampuran zat dengan suhu berbeda. 4. Menganalisis peristiwa pemuaian panjang, luas, dan volume pada berbagai jenis zat dalam konteks teknologi dan kehidupan nyata. 5. Mengevaluasi mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi) dan penerapannya dalam perancangan teknologi.	
B. Pemahaman Bermakna (<i>Deep Learning – Meaningful Learning</i>)	
1	Suhu adalah ukuran derajat panas dinginnya suatu benda yang dapat diukur/dikuantifikasi melalui berbagai skala (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) bukan sekadar "panas" atau "dingin" yang dirasakan tubuh secara subjektif.
2	Kalor adalah energi yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah, bukan "panas" yang tersimpan dalam benda inilah sebabnya es bisa mencair meski tidak dipanaskan langsung, dan air panas yang dicampur air dingin akan sama-sama berubah suhunya menuju kesetimbangan.
3	Perubahan wujud zat (melebur, menguap) melibatkan pertukaran kalor yang terus berlangsung tanpa disertai perubahan suhu fakta yang sering keliru dipahami, padahal terlihat jelas saat es mencair pada suhu tetap 0°C dan air mendidih pada suhu tetap 100°C.
4	Asas Black menunjukkan bahwa energi (dalam bentuk kalor) tidak hilang ketika dua zat dicampurkan kalor yang dilepas zat panas sama besarnya dengan kalor yang diterima zat dingin, sesuai prinsip kekekalan energi.
5	Pemuaian zat adalah respons partikel terhadap kenaikan energi kinetik akibat kalor bukan benda "mengembang" tanpa sebab dan inilah alasan kaca jendela serta rel kereta api selalu dipasang dengan celah.
6	Perpindahan kalor terjadi melalui tiga mekanisme yang berbeda secara fisis (konduksi, konveksi, radiasi), dan ketiganya dapat dirasakan sekaligus dalam satu peristiwa sederhana, seperti duduk di dekat api unggun.

C. Pertanyaan Pemantik

- Mengapa es batu bisa mencair di dalam gelas meskipun tidak diletakkan di atas api, sementara air yang dipanaskan di panci justru jumlahnya berkurang saat mendidih?
- Ketika air panas dan air dingin dicampurkan, mengapa suhu campurannya hanya terasa hangat, bukan sangat panas seperti yang sering diperkirakan?
- Mengapa kaca jendela selalu dipasang dengan celah kecil terhadap bingkainya, dan mengapa sambungan rel kereta api tidak dipasang rapat-rapat?
- Mengapa orang yang duduk paling dekat dengan api unggun merasa paling panas, sementara orang yang mengaduk air panas dengan sendok logam juga bisa ikut kepanasan walau tidak menyentuh api?
- Kalau suhu tubuh normal kita 37°C , tapi alat ukur di rumah sakit luar negeri menunjukkan angka $100,4^{\circ}\text{F}$ bagaimana cara kita tahu itu demam atau tidak, tanpa menebak-nebak?

D. Persiapan Pembelajaran

1. Persiapan Media Pembelajaran Sebelum Tatap Muka

- PPT tiap pertemuan disiapkan dan dimuat di laptop/proyektor sebelum siswa masuk kelas
- Video fenomena (3-5 menit) diunduh dan siap diputar di kelas saat orientasi masalah
- LKPD cetak digandakan sesuai jumlah kelompok
- Alat dan bahan percobaan disiapkan di meja percobaan sebelum kelas dimulai

2. Kontak Pembelajaran

- Peserta didik hadir tepat waktu (toleransi 5 menit)
- Peserta didik aktif dalam diskusi kelompok dan percobaan, mematuhi tata tertib kelas
- Seluruh tugas LKPD dan laporan percobaan diselesaikan dan dikumpulkan langsung kepada guru

- Peserta didik membawa alat tulis dan buku catatan fisika

3. Pengaturan Peserta Didik

Peserta didik dibagi dalam heterogen 5-6 orang (Kolaborasi, berkesadaran). Satu atau dua kelompok ditunjuk sebagai penyaji tiap pertemuan secara bergantian.

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

PERTEMUAN 1

Konsep Suhu dan Kalor + Konversi Suhu

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Menganalisis konsep suhu dan prinsip kerja termometer, membandingkan dan mengonversi suhu antar skala (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur), menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan konversi skala suhu, serta merancang strategi sederhana untuk proses perpindahan kalor sesuai kebutuhan praktis sehari-hari.

Media Pembelajaran:

1. PPT Pertemuan 1
2. Video fenomena es batu mencair dan air mendidih (diputar langsung di kelas saat orientasi masalah)
3. LKPD Pertemuan 1
4. Zep Quiz Pertemuan 1

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (10 menit)

- Guru membuka dengan salam dan doa bersama.
- Guru memeriksa kehadiran.
- Guru memutar video pemantik di kelas: video es batu mencair dan video air mendidih sebagai pembuka pelajaran.
- Guru menampilkan PPT Pertemuan 1 dan menyajikan pertanyaan pemantik: Suatu pagi, Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja. Ibu baru saja mendidihkan air (100°C) untuk melarutkan gula dan teh. Ayah bilang hanya punya waktu 10 menit lagi sebelum berangkat, dan tidak mungkin minum teh sepanas itu. Di meja kebetulan ada semangkuk es batu. Adik pun bertanya, 'Bu, kalau es batunya kita masukkan ke teh, esnya kan mencair tapi kok air

tehnya nggak sampai membeku? Terus supaya tehnya cepat pas diminum tapi rasanya nggak jadi hambar, sebaiknya gimana?"

- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan gambaran aktivitas hari ini.

Deep Learning (Mindful)

- Guru mengajak siswa merenungkan pengalaman nyata menggosok telapak tangan lalu menempelkan ke pipi itulah suhu yang bisa dirasakan.

B. Kegiatan Inti (95 menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN (Meaningful Learning)

- Guru memutar ulang video fenomena di kelas: video es batu mencair dan video air mendidih
(link LKPD: <https://share.google/Rj7NYF1Tf4HHHuoYr> dan <https://share.google/zHnNMMDalhTheuQJY>).
- Guru menyampaikan masalah kontekstual dari LKPD: Guru menyampaikan masalah kontekstual dari LKPD: Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja dalam waktu 10 menit, sementara teh masih sangat panas (100°C) dan hanya tersedia es batu untuk mendinginkannya. Adik bertanya bagaimana caranya agar teh cepat pas diminum tapi rasanya tidak jadi hambar
- Guru menyampaikan tantangan untuk kelompok: "Rancanglah strategi (kapan es dimasukkan, berapa banyak es yang digunakan, atau perlakuan apa yang dilakukan pada air teh panas terlebih dahulu) agar teh dapat disajikan pada suhu yang nyaman diminum dalam waktu 10 menit, tanpa membuat rasanya terlalu hambar atau encer. Jelaskan alasan ilmiah di balik rancangan kelompok kalian, dikaitkan dengan konsep suhu dan kalor.
- Siswa diminta merumuskan 2-3 pertanyaan masalah berdasarkan kasus tersebut secara individu.

Deep Learning (Meaningful) kasus nyata kehidupan sehari-hari yang dekat dengan siswa

FASE 2 Organisasi + FASE 3 Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagi siswa ke dalam kelompok (5-6 orang).
- Guru membagikan LKPD Pertemuan 1
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD: 'Kami menduga bahwa...'
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: 2 gelas identik, teh celup, gula, air panas (± 100 mL, suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$), es batu secukupnya, termometer, dan stopwatch/jam HP.
- Siswa mendiskusikan informasi dan sumber yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis (pengertian suhu dan kalor, rumus konversi suhu, titik tetap tiap skala termometer).

FASE 3: Penyelidikan+Pengerjaan LKPD (45 Menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI Pengerjaan LKPD (*Joyful Learning*)

- Siswa melakukan percobaan sesuai LKPD: menyiapkan 2 gelas berisi teh panas bersuhu sama ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan es batu.
- Gelas A: siswa memasukkan seluruh es batu sekaligus, lalu mengukur dan mencatat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Gelas B: siswa membiarkan teh panas selama 3–4 menit, baru memasukkan es batu sedikit demi sedikit, lalu mengukur dan mencatat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- "Selama menunggu timer 10 menit berjalan, siswa tetap membaca Mini Materi dan mengerjakan soal konversi suhu di LKPD. Guru berkeliling memastikan kedua kelompok pengamatan (Gelas A dan Gelas B) berjalan bersamaan."
- Siswa membaca Mini Materi di LKPD: perbedaan suhu dan kalor, skala termometer, rumus konversi antar skala.
- Siswa mengerjakan soal konversi suhu dalam LKPD: konversi antar skala Celsius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur dalam konteks nyata (suhu teh nyaman minum $\pm 60^{\circ}\text{C}$).

- Siswa mencatat perkiraan kepekatan rasa teh dan arah perpindahan kalor pada tabel pengamatan.
- Siswa melakukan percobaan sesuai LKPD: menyiapkan 2 gelas berisi teh panas bersuhu sama ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan es batu.

Deep Learning (Joyful) percobaan langsung dengan es batu dan air panas membuat siswa antusias

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Perwakilan 2-3 kelompok mempresentasikan: rumusan masalah, hipotesis, hasil percobaan, dan hasil konversi suhu dari LKPD.
- Kelompok lain memberikan tanggapan, pertanyaan, atau saran.

FASE 5 Penguatan Guru (15 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru memfasilitasi diskusi kelas dan mengklarifikasi miskonsepsi dari hasil presentasi LKPD.
- Guru memperkuat pemahaman melalui PPT: perbedaan suhu dan kalor (suhu = keadaan, kalor = energi yang berpindah), skala termometer, dan rumus konversi antar skala.
- Guru memberikan umpan balik terhadap hasil diskusi siswa mengenai perbedaan antara suhu yang bersifat kualitatif dan hasil pengukuran suhu menggunakan termometer yang bersifat kuantitatif.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami.

C. Penutup (15 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan bersama konsep suhu dan konversi skala. (3 menit)
- Refleksi *Deep Learning*: Siswa menulis satu kalimat "Hal baru yang paling bermakna saya pelajari hari ini adalah..." (3 menit)

- Zep Quiz Pertemuan 1 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan melalui aplikasi Zep Quiz untuk mengukur sejauh mana pemahaman yang telah dicapai. (7 menit)
- Guru menyampaikan topik Pertemuan 2 (Perubahan Wujud Zat) dan meminta siswa membawa alat tulis serta buku catatan. (2 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 2

Perubahan Wujud Zat

Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 40 Menit = 80 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Merancang percobaan perubahan wujud zat, menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud, membedakan kalor lebur dan kalor uap, menentukan total kalor dalam perubahan wujud, serta membuat kurva perubahan wujud zat sesuai hasil percobaan.

Media Pembelajaran:

5. PPT Pertemuan 2
6. Video fenomena perubahan wujud (diputar langsung di kelas saat orientasi masalah)
7. LKPD Pertemuan 2
8. Zep Quiz Pertemuan 2

A. Pendahuluan - *Mindful Learning* (10 Menit)

- Guru membuka kelas, doa, dan cek kehadiran.
- Guru memutar video pemanik di kelas: proses pemanasan es hingga mencair dan menjadi uap.
- Guru menampilkan PPT dan menyajikan kasus dari LKPD: 'Pada suatu siang yang panas, Rani ingin membuat minuman dingin dengan menambahkan es batu ke dalam air. Es batu mencair meskipun tidak dipanaskan. Rani kemudian memanaskan air, muncul gelembung dan uap, lalu jumlah air berkurang. Apa yang sebenarnya terjadi?'

Deep Learning (Mindful)

- Guru meminta siswa mengingat momen merebus air di rumah apa yang terjadi pada air saat tepat mendidih? Apakah suhunya terus naik?

B. Kegiatan Inti (60 menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (8 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan kasus Rani (LKPD): es batu mencair tanpa dipanaskan, air mendidih lalu berkurang, pencampuran air panas dan dingin menghasilkan suhu yang tidak sepanas yang dibayangkan.
- Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 'Apakah suhu es batu naik saat mencair? Apakah suhu air terus naik saat mendidih? Mengapa jumlah air berkurang saat dipanaskan?'
- Siswa menuliskan pertanyaan masalah di LKPD berdasarkan kasus Rani.

Deep Learning (Meaningful) konteks nyata perubahan suhu air

FASE 2 Organisasi siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 2 (Percobaan 1 — Perubahan Wujud Zat).
- Siswa menuliskan hipotesis awal di LKPD.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas plastik/gelas ukur (3 buah), termometer, air panas (100 ml), air dingin (100 ml), es batu, sendok pengaduk.

FASE 3: Percobaan+Pengerjaan LKPD (32 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI Pengerjaan LKPD

- Siswa melaksanakan Percobaan 1 sesuai prosedur LKPD: merancang percobaan perubahan wujud zat dari padat ke gas.
- Siswa mengamati dan mencatat data: suhu es sebelum dan sesudah mencair, suhu air saat dipanaskan secara berkala, titik lebur, dan titik didih.
- Siswa membuat kurva perubahan wujud zat berdasarkan data percobaan di LKPD.
- Siswa menganalisis perbedaan kalor lebur ($Q = mL_{lebur}$) dan kalor uap ($Q = mU_{uap}$) dari hasil percobaan.

- Siswa menghitung total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan wujud menggunakan rumus $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ dan $Q = mL$.
- Guru berkeliling membimbing tiap kelompok. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 22 menit.

***Deep Learning (Joyful)* percobaan langsung mengamati es mencair dan air mendidih**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (10 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Perwakilan kelompok mempresentasikan kurva perubahan wujud dan analisis kalor lebur vs kalor uap dari LKPD.
- Kelompok lain menanggapi dan membandingkan hasil.

FASE 5 Evaluasi +Penguatan Guru (5 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru memberikan umpan balik terhadap hasil LKPD dengan menjelaskan bahwa suhu tidak bertambah selama proses perubahan wujud karena energi kalor digunakan untuk memutus ikatan antarpartikel.
- Guru memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai grafik perubahan wujud, perbedaan kalor sensibel dan kalor laten, serta rumus-rumus yang digunakan.
- Guru mengaitkan kembali konsep perubahan wujud dengan kasus Rani yang terdapat pada LKPD.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan dan mengklarifikasi konsep yang masih kurang dipahami.

C. Penutup (10 Menit)

- Guru menyimpulkan konsep perubahan wujud, kalor sensibel, dan kalor laten. (2 menit)
- Refleksi: Siswa menulis di LKPD Konsep yang paling mengejutkan saya hari ini adalah.... (1 menit)

- Zep Quiz Pertemuan 2 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (6 menit) <https://quiz.zep.us/id/play/9P037g>
- Guru menyampaikan bahwa Pertemuan 3 melanjutkan LKPD yang sama (Percobaan 2 Asas Black) dan meminta siswa membawa kembali LKPD tersebut. (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 3

Asas Black

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Merancang percobaan Asas Black, membuktikan bahwa kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima benda bersuhu rendah, dan menerapkan persamaan Asas Black dalam pemecahan masalah kontekstual.

Media Pembelajaran:

5. PPT Pertemuan 3
6. Video fenomena pencampuran air panas dan dingin (diputar langsung di kelas saat orientasi masalah)
7. LKPD Pertemuan 3
8. Zep Quiz Pertemuan 3

A. Pendahuluan — *Mindful Learning* (15 Menit)

- Salam, doa, dan cek kehadiran.
- Guru memutar video pemantik di kelas: pencampuran air panas dan dingin dalam kalorimeter.
- Guru menampilkan PPT dan mengajukan pertanyaan: Rani mencampurkan air panas dan air dingin. Ia menduga suhu campuran akan sangat panas, namun ternyata hanya hangat. Mengapa demikian? Ke mana perginya panas yang hilang?
- Guru menghubungkan dengan Pertemuan 2: Pada pertemuan lalu kita sudah membuktikan perubahan wujud zat. Sekarang kita selidiki apa yang terjadi saat dua zat dengan suhu berbeda dicampurkan.

Deep Learning (Mindful)

- Guru mengajak siswa mengingat Asas Black yang ditemukan Joseph Black Kalor yang dilepas = kalor yang diterima apakah ini berlaku dalam percobaan Rani?

B. Kegiatan Inti (95 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru melanjutkan kasus Rani dari LKPD (Percobaan 2): Rani mencampurkan air panas dan air dingin, suhu campuran ternyata hanya hangat.
- Masalah: 'Berapa suhu akhir campuran jika 200 gram air panas 80 derajat Celsius dicampurkan dengan air dingin 20 derajat Celsius? Berapa banyak air dingin yang harus ditambahkan agar suhu campuran menjadi 40 derajat Celsius?'
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD.

Deep Learning (Meaningful) melanjutkan kasus Rani yang sudah dikenal dari Pertemuan 2

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membahas instruksi Percobaan 2(Asas Black) di LKPD melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas plastik/ukur, termometer, air panas (100 ml), air dingin (100 ml), es batu, sendok pengaduk.
- Siswa membagi peran dalam kelompok: pengukur suhu, pencatat data, pengaduk, penyaji.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Siswa melaksanakan Percobaan 2 sesuai prosedur LKPD: mencampurkan air panas dan air dingin, mengukur suhu masing-masing sebelum dan sesudah pencampuran.

- Siswa mencatat data ke tabel LKPD: suhu air panas (T_1), suhu air dingin (T_2), suhu campuran (T_c).
- Siswa menghitung secara teoritis menggunakan persamaan Asas Black: $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$, yaitu $m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2)$.
- Siswa membandingkan hasil percobaan dengan perhitungan teoritis dan menganalisis penyebab perbedaan
- Siswa mengerjakan soal Asas Black tambahan di LKPD dalam konteks berbeda: sebatang tembaga 400 gram bersuhu 127 derajat Celsius dimasukkan ke dalam air 500 gram.
- Guru berkeliling membimbing tiap kelompok. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 40 menit.

Deep Learning (Joyful) membuktikan langsung teori Asas Black dengan percobaan nyata

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Dua kelompok mempresentasikan data percobaan, perhitungan teoritis, dan perbandingan keduanya.
- Diskusi kelas: mengapa suhu campuran tidak selalu tepat di tengah antara suhu panas dan dingin?

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (10 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru mengklarifikasi hasil LKPD dengan menjelaskan bahwa Asas Black berlaku secara ideal pada sistem terisolasi. Sedangkan dalam percobaan nyata selalu terdapat kalor yang berpindah ke lingkungan.
- Guru memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai bunyi Asas Black persamaan $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$, langkah penyelesaian soal yang benar

Deep Learning Meaningful

- Guru menghubungkan Asas Black dengan hukum kekekalan energi termodinamika.

- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan Asas Black dan penerapannya. (2 menit)
- Refleksi: Hari ini saya memahami bahwa Asas Black mengajarkan saya tentang (ditulis di LKPD). (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 3 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (5 menit) <https://quiz.zep.us/id/play/9P037g>
- Guru menyampaikan topik Pertemuan 4 (Pemuain) dan meminta siswa mengumpulkan laporan Asas Black pada pertemuan berikutnya (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

PERTEMUAN 4

Pemuain

Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 40 Menit = 80 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Memahami konsep pemuain zat padat, cair, dan gas; menentukan jenis pemuain (panjang, luas, volume); melakukan percobaan pemuain zat cair; serta menganalisis penerapan pemuain dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.

Media Pembelajaran

5. PPT Pertemuan 4
6. Video fenomena pemuain (diputar langsung di kelas saat orientasi masalah)
7. LKPD Pertemuan 4
8. Zep Quiz Pertemuan 4

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (10 Menit)

- a. Salam, doa, cek kehadiran.
- b. Guru memutar video pemantik di kelas: fenomena pemuain — tutup botol kaca sulit dibuka lalu disiram air panas
- c. Guru menampilkan PPT dan menyajikan pertanyaan pemantik dari LKPD: Coba perhatikan jendela kelas kalian. Kaca yang terpasang tidak dipasang

pas selalu ada celah kecil di antara kaca dan bingkainya. Begitu pula sambungan rel kereta api. Mengapa demikian?

Deep Learning (Mindful)

- d. Guru mengajak siswa memikirkan Pernahkah kalian kesulitan membuka tutup botol kaca yang terlalu kencang? Apa yang terjadi jika disiram air panas?

B. Kegiatan Inti (60 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (8 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan masalah dari LKPD: kaca jendela dan rel kereta api selalu memiliki celah kecil. Siswa diminta merumuskan pertanyaan masalah: 'Mengapa benda padat, cair, dan gas membutuhkan ruang saat dipanaskan?'
- Siswa menuliskan rumusan masalah dan hipotesis awal di LKPD sebelum percobaan.

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 4 dan membahas prosedur percobaan melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan sesuai LKPD: baskom, 2 botol kaca, sedotan bening, air biasa, air mendidih, minyak goreng, plastisin, pewarna.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (32 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Siswa melaksanakan percobaan sesuai LKPD: mengisi botol kaca 1 dengan air berwarna, botol kaca 2 dengan minyak goreng (volume sama). Memasang sedotan dan menutup mulut botol dengan plastisin rapat.
- Siswa meletakkan kedua botol dalam baskom, menuangkan air panas ke baskom hingga botol terendam.
- Siswa menunggu 2-3 menit, mengamati perubahan tinggi cairan dalam sedotan, dan mencatat hasil pengamatan ke tabel LKPD.

- Siswa menganalisis pertanyaan diskusi LKPD: mengapa cairan naik dalam sedotan? Bandingkan tinggi kenaikan air vs minyak goreng apa kesimpulan tentang koefisien muai keduanya?
- Siswa mengerjakan soal pemuaian panjang di LKPD.
- Guru berkeliling membimbing. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 22 menit.

***Deep Learning (Joyful)* percobaan botol dan sedotan yang visual dan mudah diamati**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (10 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Kelompok mempresentasikan hasil pengamatan tabel, analisis perbandingan air vs minyak, dan kesimpulan LKPD.
- Diskusi kelas: aplikasi pemuaian dalam kehidupan nyata (bimetal, rel kereta, jembatan) dan yang merugikan jika celah tidak tersedia.

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (5 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru mengklarifikasi hasil LKPD dan memperkuat pemahaman siswa melalui PPT mengenai penyebab terjadinya pemuaian akibat peningkatan energi kinetik partikel, koefisien muai panjang (α), luas ($\beta = 2\alpha$), dan volume ($\gamma = 3\alpha$).
- Guru menampilkan tabel koefisien muai panjang berbagai bahan dan mengaitkannya dengan hasil percobaan botol dan sedotan
- Guru memberikan penjelasan mengenai anomali air pada suhu sekitar 4 °C.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan konsep pemuaian dan ketiga rumus pemuaian. (2 menit)

- Refleksi Deep Learning: Siswa menuliskan di LKPD satu contoh pemuaian yang ada di sekitar rumah mereka dan menjelaskan jenis pemuaiannya. (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 4 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan via Zep Quiz. (5 menit)
- Guru menyampaikan topik Pertemuan 5 (Perpindahan Kalor) dan meminta siswa mengumpulkan laporan mini percobaan pemuaian (1 menit)
- Doa penutup dan salam

PERTEMUAN 5

Perpindahan Kalor

Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 40 Menit = 120 Menit)

Tujuan Pembelajaran: Menganalisis perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi; merancang percobaan perpindahan kalor secara konveksi; menghubungkan perbedaan ΔT dengan laju kalor; serta mengevaluasi penerapan ketiga mekanisme perpindahan kalor dalam teknologi.

Media Pembelajaran

5. PPT Pertemuan 5
6. Video fenomena konduksi, konveksi, dan radiasi (diputar langsung di kelas saat orientasi masalah)
7. LKPD Pertemuan 5
8. Zep Quiz Pertemuan 5

A. Pendahuluan – *Mindful Learning* (15 Menit)

- Salam, doa, cek kehadiran.
- Guru memutar video pemantik di kelas: panci dipanaskan di atas api kalor berpindah dari kompor ke panci ke air.
- Guru menampilkan PPT dan memutar ulang video fenomena singkat: panci dipanaskan di atas api panci yang sebelumnya dingin menjadi panas.
- Pertanyaan pemantik: 'Saat kalian berkumpul di sekitar api unggun, kalian merasakan panas. Tapi api tidak menyentuh kulit kalian. Bagaimana kalor bisa sampai ke kulit? Dan bagaimana termos bisa menahan kalor selama berjam-jam?'

Deep Learning Mindful

- Guru meminta siswa mengingat tiga pengalaman berbeda: (1) memegang sendok logam panas, (2) melihat asap mengepul ke atas dari panci, (3) merasakan panas matahari dari jauh.

B. Kegiatan Inti (95 Menit)

FASE 1 Orientasi Masalah (10 menit)

FASE 1: MEMBERIKAN ORIENTASI TENTANG PERMASALAHAN

- Guru menyajikan masalah dari LKPD: Sebuah panci dipanaskan di atas kompor. Bagaimana kalor berpindah dari api ke air di dalam panci? Bagaimana pula kalor matahari bisa sampai ke bumi tanpa medium?
- Siswa merumuskan 2 pertanyaan masalah yang ingin diselidiki dan menuliskannya di LKPD.
- Siswa menuliskan hipotesis kelompok berdasarkan pengalaman sehari-hari.

FASE 2 Organisasi Siswa (5 menit)

FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

- Guru membagikan LKPD Pertemuan 5 dan membahas prosedur percobaan melalui PPT.
- Siswa menyiapkan alat dan bahan: gelas/wadah berisi air, kompor/pemanas, pewarna makanan, termometer, stopwatch.
- Siswa membagi sub-peran: pengamat konduksi, pengamat konveksi, pencatat data, penyaji.

FASE 3 Percobaan + Pengerjaan LKPD (50 menit)

FASE 3: MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI

- Percobaan Konveksi (utama) sesuai LKPD: mengukur dan mencatat suhu awal air (T1), memanaskan air sambil meneteskan pewarna makanan dan mengamati pergerakan aliran, mencatat waktu hingga air mendidih dan mengukur suhu akhir (T2).
- Demonstrasi Konduksi: guru/siswa memegang batang besi dan kayu yang dipanaskan di ujungnya mencatat perbedaan waktu merasakan panas dan mengisi analisis di LKPD.

- Diskusi Radiasi di LKPD: siswa menganalisis mengapa pakaian berwarna gelap lebih panas dari terang di bawah matahari.
- Siswa mengerjakan pertanyaan analisis LKPD: (1) Bagaimana hubungan ΔT dengan laju kalor P ? Jelaskan berdasarkan data! (2) Jelaskan perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi beserta 1 contoh masing-masing!
- Guru berkeliling membimbing. Estimasi pengerjaan LKPD: +/- 40 menit.

***Deep Learning (Joyful)* melihat langsung pola aliran air berwarna saat dipanaskan**

FASE 4 Presentasi Hasil LKPD (20 menit)

FASE 4: MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

- Kelompok mempresentasikan data percobaan konveksi, analisis konduksi vs konveksi vs radiasi, dan jawaban pertanyaan LKPD.
- Siswa menjawab: apakah hipotesis terbukti? Apa kelebihan dan kekurangan rancangan percobaan mereka?
- Kelompok lain menanggapi dan membandingkan hasil.

FASE 5 Evaluasi + Penguatan Guru (10 menit)

FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Guru merangkum perbedaan mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi dan radiasi) melalui PPT.
- Guru memberikan umpan balik terhadap hasil diskusi dan presentasi siswa serta menghubungkan konsep perpindahan kalor dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti termos (menghambat perpindahan kalor), panel surya (radiasi), sistem ventilasi rumah (konveksi), dan pendingin CPU (konduksi).
- Guru menjelaskan fenomena angin laut dan angin darat sebagai contoh perpindahan kalor secara konveksi alami.
- Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang masih kurang dipahami.

C. Penutup (10 Menit)

- Guru dan siswa menyimpulkan materi perpindahan kalor: perbedaan konduksi, konveksi, radiasi, dan rumus masing-masing. (2 menit)
- Refleksi akhir unit: 'Dari seluruh pertemuan Suhu dan Kalor, konsep mana yang paling mengubah cara pandang kalian tentang dunia?' (ditulis di LKPD). (2 menit)
- Zep Quiz Pertemuan 5 Siswa mengerjakan kuis evaluasi akhir pertemuan terakhir via Zep Quiz. (5 menit)
- Guru menginformasikan asesmen sumatif yang akan dilaksanakan dan tugas akhir: laporan/poster aplikasi perpindahan kalor dalam teknologi dikumpulkan minggu berikutnya. (1 menit)
- Doa penutup dan salam.

IV. ASESMEN

A. Asesmen Diagnostik (Pra-Pembelajaran)

- Pertanyaan lisan/tanya jawab di awal setiap pertemuan untuk menggali pengetahuan awal siswa
- Tujuan: mengidentifikasi pengetahuan awal dan miskonsepsi siswa sebelum materi baru disampaikan
- Guru mencatat respons siswa sebagai acuan penekanan materi selama pembelajaran berlangsung

B. Asesmen Formatif (Selama Pembelajaran)

Jenis Asesmen	Instrumen	Waktu Pelaksanaan
Kuis pra-pembelajaran	Pertanyaan lisan guru di kelas	Awal setiap pertemuan (Pendahuluan)
Observasi diskusi & percobaan	Lembar observasi sikap	Selama kegiatan inti (Fase 2-3)
LKPD kelompok	Rubrik penilaian LKPD	Setiap pertemuan (Fase 3)
Presentasi hasil LKPD	Rubrik penilaian keterampilan	Fase 4 setiap pertemuan
Zep Quiz akhir pertemuan	Kuis digital via Zep Quiz	Penutup setiap pertemuan
Refleksi tertulis	Lembar refleksi di LKPD	Penutup setiap pertemuan
Laporan percobaan	Rubrik laporan	Pertemuan 2, 3, 4, 5

C. Asesmen Sumatif

- Tes tertulis mencakup seluruh materi Suhu dan Kalor (Pertemuan 1-5)
- Proyek akhir: laporan/poster aplikasi perpindahan kalor dalam teknologi (dikumpulkan tatap muka)
- Penilaian mencakup kemampuan berpikir kritis level C4-C6 Taksonomi Bloom

D. Dimensi *Deep Learning* dalam Asesmen

Dimensi Deep Learning	Indikator dalam Asesmen
Mindful Learning	Siswa mampu menghubungkan konsep suhu dan kalor dengan pengalaman pribadi (menggosok tangan, merebus air, memegang sendok panas)
Meaningful Learning	Siswa mampu menjelaskan mengapa dan bagaimana konsep bekerja secara ilmiah bukan hanya menyebutkan rumus
Joyful Learning	Siswa antusias dalam percobaan, aktif berdiskusi, dan mengajukan pertanyaan bermutu
Berpikir Kritis	Siswa mampu menganalisis data percobaan, mengevaluasi hipotesis, dan merancang solusi atas masalah kontekstual

V. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

A. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah masalah kontekstual yang disajikan cukup memantik rasa ingin tahu siswa?	
2	Apakah semua tahapan PBL terlaksana dengan baik dalam alokasi waktu yang tersedia?	
3	Apakah pendekatan Deep Learning (Mindful, Meaningful, Joyful) tercermin dalam pembelajaran?	
4	Apakah siswa menunjukkan kemampuan berpikir kritis dalam diskusi dan presentasi?	

5	Apakah Zep Quiz efektif mengukur pemahaman siswa di akhir setiap pertemuan?	
---	---	--

B. Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Pertanyaan Refleksi	Jawaban
1	Mindful	Konsep baru apa yang paling mengubah cara pandang saya?	
2	Meaningful	Bagaimana konsep ini berguna dalam kehidupan nyata saya?	
3	Joyful	Kegiatan mana yang paling menyenangkan dan mengapa?	
4	Penguasaan	Saya menguasai materi hari ini: (a) Baik (b) Cukup (c) Kurang	
5	Kerjasama	Apakah saya berkontribusi aktif dalam kelompok?	

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

C. Pengayaan

Peserta didik yang memiliki capaian di atas rata-rata diberikan:

- Eksplorasi mandiri: membaca jurnal/artikel ilmiah tentang aplikasi suhu dan kalor dalam teknologi (disediakan guru dalam bentuk fotokopi/cetak)
- Proyek lanjutan: menyelidiki efisiensi termal berbagai material bangunan di lingkungan sekitar
- Soal tambahan yang membutuhkan analisis dan sintesis lintas konsep
- Berperan sebagai tutor sebaya dalam membantu teman yang mengalami kesulitan

D. Remedial

Peserta didik yang belum mencapai target diberikan:

- Pembelajaran tambahan individual dengan pendekatan yang berbeda (lebih konkret dan bergambar)
- Guru menyediakan ringkasan materi dan soal latihan bertingkat (dari mudah ke sulit) dalam bentuk cetak

- Sesi belajar tambahan tatap muka langsung (jam istirahat atau jam kosong) dengan bimbingan guru
- Sesi mentoring sesama peserta didik berprestasi tinggi
- Tes remedial setelah pembelajaran tambahan

LAMPIRAN

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka



Lampiran 1. Bahan Ajar (*Suda terlampir dihalaman sebelumnya*)

Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD PERTEMUAN 1 KONSEP SUHU, KALOR DAN KONVERSI SUHU

LKPD

KELAS XI

Konsep Suhu, Kator, dan
Konversi suhu



Nama Kelompok: _____

Anggota : _____

Kelas: _____

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menganalisis konsep suhu dan prinsip kerja termometer sebagai alat ukur suhu.
2. Membandingkan dan mengonversi suhu suatu benda ke dalam skala Celsius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur.
3. Menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan konversi skala suhu.
4. Merancang strategi sederhana untuk mengendalikan proses perpindahan kalor sesuai kebutuhan praktis sehari-hari

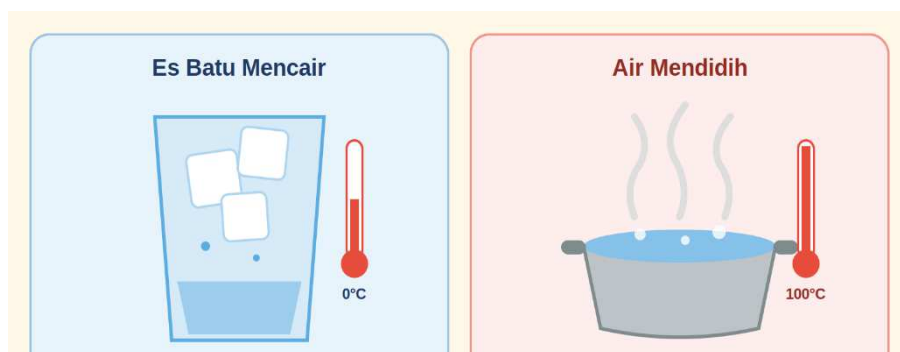
ORIENTASI MASALAH

Masalah:

Suatu pagi, Ibu ingin menyajikan teh hangat untuk sarapan bersama sebelum Ayah berangkat kerja. Ibu baru saja mendidihkan air (100°C) untuk melarutkan gula dan teh. Ayah bilang hanya punya waktu 10 menit lagi sebelum berangkat, dan tidak mungkin minum teh sepanas itu. Di meja kebetulan ada semangkuk es batu. Adik pun bertanya, 'Bu, kalau es batunya kita masukkan ke teh, esnya kan mencair tapi kok air tehnya nggak sampai membeku? Terus supaya tehnya cepat pas diminum tapi rasanya nggak jadi hambar, sebaiknya gimana?'

Tantangan Untuk Kelompok:

Rancanglah strategi (kapan es dimasukkan, berapa banyak es yang digunakan, atau perlakuan apa yang dilakukan pada air teh panas terlebih dahulu) agar teh dapat disajikan pada suhu yang nyaman diminum dalam waktu 10 menit, tanpa membuat rasanya terlalu hambar atau encer. Jelaskan alasan ilmiah di balik rancangan kelompok kalian, dikaitkan dengan konsep suhu dan kalor.



Link Video es batu mencair: <https://share.google/Rj7NYF1Tf4HHHuoYr>

Link Video Air mendidih : <https://share.google/zHnNMMDalhTheuQJY>

Rumuskan 2-3 pertanyaan masalah yang ingin kalian selidiki berdasarkan kasus di atas. Arahkan pertanyaan pada konsep suhu-kalor sekaligus strategi penyajian teh, misalnya soal pengaruh jumlah es, waktu pencampuran, atau arah perpindahan kalor:

No.	Rumusan Masalah
1	
2	
3	

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tuliskan hipotesis (dugaan sementara) kelompok kalian mengenai suhu, kalor, dan hubungan antar skala suhu. Gunakan kalimat: “Kami menduga bahwa strategiakan membuat suhu teh turun ke tingkat nyaman diminum dalam waktu 10 menit, karena.....”

Hipotesis:

Alat dan Bahan

- 2 Gelas identik (volume sama)
- Teh celup + gula secukupnya
- Air panas $\pm 100^{\circ}\text{C}$ (volume sama untuk kedua gelas)
- Es batu secukupnya (jumlah sama untuk kedua gelas)
- Termometer
- Stopwatch / jam HP

Diskusikan bersama kelompok: informasi dan sumber apa saja yang kalian butuhkan untuk menguji hipotesis tersebut? (misalnya: pengertian suhu dan kalor, rumus konversi suhu, titik tetap atas dan bawah tiap skala termometer, dsb.)

**MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI
SENDIRI MAUPUN KELOMPOK**

Mini Materi:

Suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur dengan termometer (satuan: °C, K, °F, °R). Kalor adalah energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah (satuan: Joule atau Kalori). Suhu adalah keadaan, sedangkan kalor adalah energi yang berpindah.

Penyelidikan (Eksperimen Sederhana):

- Siapkan 2 gelas berisi air teh panas bersuhu sama ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan es batu secukupnya.
- Gelas A: masukkan seluruh es batu sekaligus ke dalam teh panas. Ukur dan catat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Gelas B: biarkan teh panas selama 3–4 menit, baru masukkan es batu sedikit demi sedikit. Ukur dan catat suhu setiap 2 menit selama 10 menit.
- Amati dan catat suhu akhir tiap gelas pada menit ke-10, serta perkiraan kepekatan rasa teh (lebih encer/tidak) berdasarkan seberapa banyak es yang mencair.

Selama menunggu timer 10 menit berjalan, siswa tetap membaca Mini Materi dan mengerjakan soal konversi suhu di bawah ini.

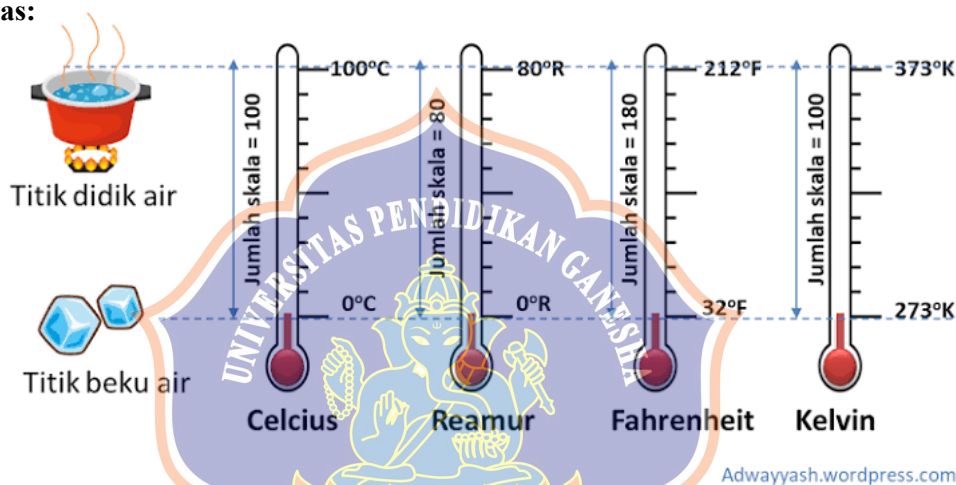
Diskusikan: ke mana arah perpindahan kalor pada masing-masing strategi (Gelas A dan Gelas B)?

Tabel Pengamatan:

No.	Strategi	Suhu Awal	Suhu menit ke 10	Perkiraan Kepekatan Rasa	Arah Perpindahan Kalor
1	Gelas A (es dimasukkan)				

	tidak lama setelah teh diseduh)				
2	Gelas B (Ditunda (pemberian es ditahan beberapa saat, sesuai rancangan kelompok)				

Selesaikan juga soal konversi suhu berikut berdasarkan kasus pemantik di atas:



1. Jika suhu teh yang nyaman untuk diminum adalah sekitar 60°C , konversikan suhu tersebut ke dalam skala Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur!

Jawaban:

2. Suhu tubuh manusia normal adalah 37°C . Jika adik di atas demam dan suhu tubuhnya terukur $100,4^{\circ}\text{F}$, apakah suhu tersebut lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu normal? Buktikan dengan perhitungan konversi!

Jawaban:

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

Susunlah hasil pengamatan, perhitungan konversi, dan jawaban kelompok kalian dalam bentuk laporan singkat dipresentasikan di depan kelas. Sertakan:

- Tabel hasil pengamatan Gelas A dan Gelas beserta arah perpindahan kalornya
- Jawaban atas dua soal konversi suhu di atas beserta cara perhitungannya
- Penjelasan kelompok mengenai perbedaan suhu dan kalor berdasarkan hasil pengamatan
- Rekomendasi strategi penyajian the terbaik berdasarkan hasil percobaan, disertai alasan ilmiah (konsep suhu dan kalor)

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

Apakah hipotesis awal kelompok kalian terbukti melalui hasil pengamatan dan perhitungan? Jelaskan!

Kesimpulan:

Tuliskan kesimpulan kelompok yang menjawab: apa bedanya suhu dan kalor, mengapa es bisa mencair walau tidak dipanaskan langsung, dan strategi mana (Gelas A atau B) yang paling efektif untuk menyajikan teh sesuai tantangan di atas beserta alasan ilmiahnya.

REFLEKSI DIRI

Pernyataan Refleksi	Jawaban
Saya memahami perbedaan suhu dan kalor	☐ Ya ☐ Belum

Saya bisa melakukan konversi antar skala suhu	☐ Ya ☐ Belum
Saya bisa merancang strategi berdasarkan konsep suhu dan kalor	☐ Ya ☐ Belum
Saya aktif berdiskusi dalam kelompok	☐ Ya ☐ Belum

LKDP PERTEMUAN 2 DAN 3 PERUBAHAN WUJUD & ASAS BLACK

NAMA KELOMPOK

Nilai

1.
2.
3.
4.
5.
6.

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Percobaan 1

Berdasarkan percobaan 1 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu :

- a. Merancang percobaan perubahan wujud zat pada fase padat ke gas
- b. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud, membedakan kalor lebur dan kalor uap dan menentukan total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan wujud tersebut
- c. Membuat kurva perubahan wujud zat sesuai hasil percobaan

2. Percobaan 2

Berdasarkan percobaan 2 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu:

1. Merancang percobaan Asas Black
2. Membuktikan jumlah kalor yang dilepas pada benda bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima benda bersuhu rendah

II. ORIENTASI MASALAH (KASUS)

Pada suatu siang yang panas, Rani ingin membuat minuman dingin dengan menambahkan beberapa es batu ke dalam air. Setelah beberapa saat, es batu tersebut mencair meskipun tidak dipanaskan. Karena penasaran, Rani kemudian memanaskan air tersebut di dalam panci. Lama-kelamaan air menjadi panas, muncul gelembung, dan akhirnya menghasilkan uap. Namun, ia menyadari bahwa jumlah air di dalam panci semakin berkurang. Di sisi lain, Rani mencoba mencampurkan air panas dengan air dingin. Ia memperkirakan suhu campuran akan menjadi sangat panas, namun ternyata hanya terasa hangat. Rani merasa bingung dengan peristiwa-peristiwa tersebut dan ingin mengetahui apa yang sebenarnya terjadi.

III. MERUMUSKAN MASALAH

Berdasarkan kasus di atas, tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang muncul!

Jawaban:

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

IV. HIPOTESIS

Tuliskan dugaan sementara berdasarkan rumusan masalah yang telah kalian buat!

Jawaban:

MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI SENDIRI MAUPUN
KELOMPOK

V. PROSEDUR PERCOBAAN

Lakukan percobaan untuk menguji hipotesis dan menjawab rumusan masalah yang telah kalian buat.

A. ALAT DAN BAHAN:

1. Gelas plastik / gelas ukur (3 buah)
2. Termometer (1 Buah)
3. Air panas (100 ml)
4. Air dingin (100 ml)
5. Es Batu (secukupnya)
6. Sendok pengaduk (1 Buah)

B. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

Percobaan 1: Perubahan wujud Zat

1. Siapkan beberapa potong es batu dalam gelas
2. Ukur suhu awal es, catat pada tabel pengamatan
3. Panaskan es hingga mencair, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan
4. Setelah es berubah menjadi air, panaskan air lalu tunggu sampai mendidih dan muncul uap, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan

Tabel pengamatan 1

No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume Es Batu	
2	Suhu Awal es	
3	Volume air	
4	Suhu air	
5	Suhu air mendidih	

Percobaan 2 : Asas Black

1. Siapkan 100 mL air panas dalam gelas pertama
2. Ukur suhu air panas, lalu catat sebagai T_1
3. Siapkan 100 mL air dingin dalam gelas kedua
4. Ukur suhu air dingin lalu catat sebagai T_2
5. Campurkan air panas dan air dingin ke dalam gelas ketiga
6. Aduk perlahan menggunakan sendok pengaduk
7. Ukur suhu akhir campuran, lalu catat sebagai T_c

8. Bandingkan hasil percobaan dengan prediksi kelompok
9. Tulis data dalam tabel pengamatan seperti berikut

Tabel Pengamatan 2

No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air panas	
2	Suhu Awal air panas	
3	Volume air dingin	
4	Suhu awal air dingin	
5	Suhu akhir percobaan	

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA

VI. ANALISIS DATA PERCOBAAN 1

Gunakan hasil percobaan untuk menjawab rumusan masalah.

1. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, hitunglah jumlah kalor yang diperlukan pada perubahan wujud dari fase padat ke gas

Jawaban:

2. Gambarlah kurva perubahan wujud yang diperoleh sesuai hasil percobaan

Jawaban:

VII. ANALISIS DATA PERCOBAAN 2

1. Dengan menggunakan persamaan asas Black hitunglah suhu campuran yang terbentuk sesuai data percobaan! lalu bandingkan suhu campuran yang diperoleh menggunakan termometer dengan suhu campuran sesuai perhitungan diatas!

Jawaban:

2. Buktikanlah jumlah kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima sesuai dengan bunyi Asas Black, melalui perhitungan menggunakan rumus dan pengukuran hasil percobaan!

Jawaban:

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

IX. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data yang diperoleh pada kedua percobaan yang dilakukan, tuliskanlah kesimpulan yang diperoleh!

Jawaban:

X. REFLEKSI

Tuliskan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan! (Refleksi dapat berupa kekurangan dan kelebihan)

Jawaban:

LKDP PERTEMUAN 4 PEMUAIAN

Tujuan: Memahami konsep pemuaian dan menentukan jenis pemuaian

Permasalahan: ORIENTASI MASALAH



Coba perhatikan jendela kelas kalian. Kaca yang terpasang di jendela tersebut tidak dipasang pas selalu ada celah kecil di antara kaca dan bingkainya. Begitu pula sambungan rel kereta api yang tidak dipasang rapat-rapat, selalu ada sedikit jarak di antara dua rel yang berdekatan.

Rumusan Masalah: Tuliskan pertanyaan yang muncul dari situasi di atas!

1. _____
2. _____

MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI

HIPOTESIS

Sebelum melakukan percobaan, tulis dugaanmu terlebih dahulu!

Jika suatu zat (padat/cair/gas) dipanaskan, maka dugaan saya adalah...

Alasan: _____

MEMBANTU DALAM PROSES MENYELIDIKI SENDIRI MAUPUN KELOMPOK

PENYELIDIKAN (EKSPERIMEN)

1. Alat dan bahan

- Baskom 1 buah
- Botol kaca 2 buah
- Sedotan bening
- Air biasa
- Air mendidih
- Minyak Goreng
- Plastisin
- Pewarna

2. Prosedur

- Isi botol kaca 1 dengan air berwarna, dan botol kaca 2 dengan minyak goreng. Pastikan volumenya sama.
- Masukkan sedotan ke tiap botol, tutup mulut botol dengan plastisin agar rapat.
- Letakkan kedua botol dalam baskom, lalu tuangkan air panas ke baskom hingga botol terendam.
- Tunggu 2–3 menit, amati apa yang terjadi pada cairan di dalam sedotan.
- Catat perubahan yang kamu lihat pada tabel pengamatan.

HASIL PENGAMATAN

Pengamatan	Sebelum dipanaskan	Setelah dipanaskan	Perubahan yang terjadi
Botol 1 (Air)			
Botol 2 (minyak)			

MENGHASILKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA**DISKUSI & ANALISIS**

4. Mengapa cairan naik ke dalam sedotan setelah botol direndam air
5. Bandingkan tinggi kenaikan cairan pada botol 1 (air) dan botol 2 (minyak). Apa yang bisa kamu simpulkan tentang koefisien muai kedua zat tersebut?
6. Menurutmu, mengapa kaca jendela dan rel kereta api dipasang dengan celah? Apa yang terjadi jika celah itu tidak ada?

MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan!

1. Zat cair yang dipanaskan akan

karena

2. Perbedaan antara air dan minyak goreng dalam hal pemanasan adalah

3. Penerapan konsep pemanasan dalam kehidupan sehari-hari:

Refleksi Diri

Hal baru yang aku pelajari:

Hal yang masih belum aku pahami:

LKPD PERTEMUAN 5 PERPINDAHAN KALOR

NAMA KELOMPOK

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

~

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Memahami konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) melalui pemecahan masalah.
2. Menghitung laju perpindahan kalor secara kuantitatif ($Q = mc\Delta T$ dan $P = Q/t$).
3. Merancang alat sederhana berbasis konsep perpindahan kalor.

ORIENTASI MASALAH

Masalah: Saat berkemah, sekelompok siswa menyalakan api unggun untuk menghangatkan diri. Adi yang duduk paling dekat merasa sangat panas di kulitnya, Budi yang mengaduk air panas dengan sendok logam tiba-tiba berteriak kepanasan, sementara Cici yang berada agak jauh juga ikut merasakan hangat. Mereka pun bertanya-tanya.



Simak video berikut untuk membantu analisis kalian:

https://youtu.be/Me60Ti0E_rY

Rumuskan 2 pertanyaan masalah yang ingin kalian selidiki:

1.	
2.	

MENGORGANISASI PESERTA DIDIK

Berdasarkan masalah di atas, tuliskan hipotesis kelompok kalian:

Hipotesis

MEMBIMBING PENYELIDIKAN

 **Alat & Bahan:**

Gelas ukur · Termometer · Air 100 mL · Bunsen/pemanas · Stopwatch ·
Pewarna makanan · Sendok

1. Ukur dan catat suhu awal air (T_1).
2. Panaskan air, teteskan pewarna makanan, amati pergerakan aliran.
3. Catat waktu (t) hingga air mendidih dan ukur suhu akhir (T_2).

No.	Besaran yang Diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air	
2	Suhu awal air	
3	Suhu akhir air	
4	Waktu yang diperlukan air mendidih	

Hitung Laju Kalor → $Q = m \times c \times \Delta T$ ($c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$) lalu $P = Q / t$

$$Q = m \times c \times \Delta T = \dots \times 4.200 \times \dots = \dots \text{ J}$$

$$P = Q / t = \dots / \dots = \dots \text{ Watt}$$

MENGEMBANGKAN & MENYAJIKAN HASIL

1. Bagaimana hubungan ΔT dengan laju kalor (P)? Jelaskan berdasarkan data!

Jawaban:

2. Jelaskan perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi beserta 1 contoh masing-masing!

Jawaban:

Rancang Alatmu!

Rancanglah sebuah alat sederhana yang memanfaatkan konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan/atau radiasi). Bebas menentukan jenis alatnya yang penting jelaskan prinsip kerjanya dan buat sketsanya!

Nama Alat	Prinsip Perpindahan Kalor yang Digunakan
Sketsa Alat	Cara Kerja Alat

MENGEVALUASI

Apakah hipotesis kalian terbukti? Apa kelebihan dan kekurangan rancangan alat kalian?

Jawaban:

KESIMPULAN

Tuliskan kesimpulan kelompok yang menjawab pertanyaan masalah di Fase 1:

Jawaban:

PRESENTASI HASIL DISKUSI

Refleksi Diri	Saya memahami perbedaan konduksi, konveksi, radiasi	Saya bisa menghitung laju kalor	Saya aktif berdiskusi
	☐ Ya ☐ Belum	☐ Ya ☐ Belum	☐ Ya ☐ Belum

Lampiran 3. Kisi Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian

A. Lembar Observasi Penilaian Sikap

No	Nama	Rasa Ingin Tahu	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Nilai
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

Aspek	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi tentang suhu dan kalor
Kerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok dalam diskusi dan percobaan
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok dalam diskusi dan percobaan
	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran dan menyelesaikan LKPD
	3	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran dan menyelesaikan LKPD

	2	Kadang-kadang bertanggung jawab dalam mengikuti pembelajaran
	1	Tidak pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran

Keterangan: Skor maksimum = $3 \times 4 = 12$

Nilai = $(\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimum}) \times 100$

B. Lembar Observasi Penilaian Keterampilan (Presentasi)

No	Nama	Penilaian Keterampilan		Jumlah Skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

Rubrik Penilaian Keterampilan Presentasi

Aspek yang Dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Visualisasi	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta gestur yang baik	4
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur yang baik	3
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar tapi dengan gestur yang baik	2
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tidak dengan gestur yang baik	1
Konten	Isi presentasi tepat, jelas, dan lengkap sesuai konsep suhu dan kalor	4

	Isi presentasi tepat, jelas, akan tetapi tidak lengkap	3
	Isi presentasi tepat, tetapi tidak jelas dan tidak lengkap	2
	Isi presentasi salah, tidak jelas dan tidak lengkap	1

Keterangan: Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$

Total Skor = (Jumlah Skor Siswa / Skor Maksimal) x 100

C. Kisi-Kisi Sola Zep Quiz (Penilaian Pengetahuan)

No	Pertemuan	Materi	Indikator Soal	Level Kognitif	Bentuk Soal	No. Soal	Jumlah
1	P1	Suhu, Kalor & Konversi Suhu	Mendefinisikan pengertian suhu	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi alat ukur suhu (termometer)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mendefinisikan pengertian kalor	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	3	
			Mengidentifikasi penemu Asas Black / kalor	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	4	
			Memahami kesetaraan satuan kalori dan Joule	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5	
			Menerapkan rumus kalor jenis ($c = \frac{Q}{m\Delta T}$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Reamur	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	7	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Fahrenheit	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	8	
			Mengonversi suhu dari Celsius ke Kelvin	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	9	
			Menghitung energi kalor yang diterima zat ($Q = mc\Delta T$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	10	

2	P2	Perubahan Wujud Zat	Mendefinisikan kalor laten	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi peristiwa melebur	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mengidentifikasi peristiwa menguap	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	3	
			Menghubungkan fenomena mengembun dengan perubahan wujud	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	4	
			Menafsirkan grafik perubahan wujud (suhu konstan saat perubahan wujud)	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	5	
			Menghitung kalor untuk melebur es ($Q = mL$)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Menilai kebenaran pernyataan: suhu konstan saat perubahan wujud	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	7	
			Menilai kebenaran definisi kalor laten	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	8	
			Menilai kebenaran pernyataan tentang membeku	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	9	
			Menilai kebenaran pernyataan tentang mengembun	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	10	
3	P3	Asas Black	Memahami bunyi Asas Black ($Q \text{ lepas} = Q \text{ serap}$)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	1	10
			Mengidentifikasi penemu Asas Black	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	

4	P4	Pemuaian Zat	Memahami hasil akhir pencampuran dua zat berbeda suhu	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	3
			Menerapkan persamaan matematis Asas Black	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	4
			Memahami kesetimbangan termal dua benda	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5
			Menghitung suhu campuran dua zat berbeda (Asas Black)	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6
			Melengkapi pernyataan Asas Black ($Q \text{ lepas} = Q \dots$)	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	7
			Mengartikan simbol T_c dalam rumus Asas Black	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	8
			Menghitung suhu campuran dua zat bermassa sama	C3 (Aplikasi)	Isian Singkat	9
			Menyebutkan satuan SI kalor jenis (c)	C1 (Ingatan)	Isian Singkat	10
			Menilai kebenaran definisi pemuaian zat	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	1
			Menilai kebenaran pernyataan koefisien muai berbeda tiap bahan	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	2
		Pemuaian Zat	Menilai kebenaran pernyataan pemuaian zat cair (hanya volume)	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	3
			Menilai kebenaran penerapan pemuaian pada	C5 (Evaluasi)	Benar/Salah	4

			celah rel kereta api				
			Mengidentifikasi istilah pemuaian linier (panjang)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	5	
			Menerapkan hubungan koefisien muai luas $\beta = 2\alpha$	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	6	
			Menerapkan hubungan koefisien muai volume $\gamma = 3\alpha$	C3 (Aplikasi)	Pilihan Ganda	7	
			Menganalisis pemuaian logam dalam konteks nyata (tutup botol kaca)	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	8	
			Mengidentifikasi hukum pemuaian gas (Gay-Lussac)	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	9	
			Menganalisis pemuaian gas pada ban kendaraan	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	10	
			Mengidentifikasi definisi konduksi	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	1	
			Mengidentifikasi definisi konveksi	C1 (Ingatan)	Pilihan Ganda	2	
			Mengidentifikasi contoh radiasi (panas Matahari ke Bumi)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	3	
5	P5	Perpindahan Kalor	Menghubungkan fenomena angin laut/darat dengan konveksi	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	4	10
			Mengidentifikasi contoh konduksi (sendok logam dipanaskan)	C2 (Pemahaman)	Pilihan Ganda	5	
			Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju konduksi	C4 (Analisis)	Pilihan Ganda	6	

Melengkapi rumus kalor $Q = m \times c \times \dots (\Delta T)$	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	7
Melengkapi rumus laju kalor $P = Q / \dots (t)$	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	8
Menghitung kalor yang diperlukan ($Q = mc\Delta T$)	C3 (Aplikasi)	Isian Singkat	9
Memberikan contoh peristiwa radiasi dalam kehidupan sehari-hari	C2 (Pemahaman)	Isian Singkat	10

Nilai Zep Quiz = (Skor yang diperoleh / 100) $\times$ 100
 Skor maksimum tiap pertemuan: 10 soal $\times$ 10 poin = 100

D. Rubrik Penilaian LKPD

No	Aspek	Indikator	Skor
1	Kelengkapan Isian	Semua bagian LKPD terisi lengkap dan sistematis	4
		Sebagian besar bagian LKPD terisi (75% ke atas)	3
		Sebagian kecil bagian LKPD terisi (50%-74%)	2
		LKPD hampir tidak terisi atau kosong (di bawah 50%)	1
2	Ketepatan Konsep	Seluruh jawaban dan analisis sesuai dengan konsep suhu dan kalor yang benar	4
		Sebagian besar jawaban benar dengan sedikit miskonsepsi	3
		Beberapa jawaban benar namun banyak miskonsepsi	2
		Jawaban sebagian besar salah dan terdapat banyak miskonsepsi	1
3	Analisis dan Pembahasan	Analisis mendalam, menggunakan data percobaan, dan menghubungkan dengan konsep secara tepat	4
		Analisis cukup baik namun belum sepenuhnya menggunakan data percobaan	3
		Analisis singkat dan kurang menghubungkan data dengan konsep	2

		Tidak ada analisis, hanya menyalin jawaban	1
4	Kesimpulan	Kesimpulan jelas, tepat, dan sesuai dengan tujuan LKPD	4
		Kesimpulan ada namun kurang tepat atau kurang lengkap	3
		Kesimpulan ada namun tidak relevan dengan tujuan	2
		Tidak ada kesimpulan	1

Keterangan: Skor maksimum = $4 \times 4 = 16$

Nilai LKPD = (Skor yang diperoleh / 16) x 100



Lampiran 4. Daftar Pustaka

Direktorat SMA. (2020). Modul Fisika Kelas XI KD 3.5: Suhu dan Kalor. Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas, dan Dikmen, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

https://repositori.kemendikdasmen.go.id/22210/1/XI_Fisika_KD-3.5_Final.pdf

Lasmi, N. K. (2023). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Pusat Perbukuan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.

<https://buku.kemdikbud.go.id/katalog/fisika-untuk-sma-ma-kelas-xi>



Lampiran 4.3 Modul Ajar Kelompok Kontrol (Konvensional)



පළාත් පාලන ආයතන සභාව
PEMERINTAH PROVINSI BALI

අධ්‍යාපන දෙපාර්තමේන්තුව
SMA NEGERI 1 SERIRIT

අභ්‍යන්තර පාලන කාර්යාලය, 100 ටීරිට්, 17084

Jalan Diponegoro No. 100 Seririt. Telepon (0362) 92084

Laman : www.sman1ser.sch.id. E-mail : info@sman1seririt.sch.id



RANCANGAN PEMBELAJARAN MENDALAM

A. INFORMASI UMUM

Penyusun : Putu Eka Setia Dewi S.Pd
Mata Pelajaran : Fisika
Sekolah : SMA Negeri 1 Seririt
Kelas/Fase/ Semester : XI/F/Genap
Materi Pokok : Suhu dan kalor
Alokasi Waktu : 11 JP (4 x 40 menit)
Tahun Pelajaran : 2025/2026

B. IDENTIFIKASI

1. **Kesiapan Murid** : Kompetensi awal yang harus dimiliki peserta didik sebelum mempelajari materi ini yaitu telah memahami konsep dasar suhu sebagai ukuran derajat panas atau dingin suatu benda, penggunaan termometer sebagai alat ukur suhu, serta kalor sebagai bentuk energi beserta satuannya. Selain itu, peserta didik telah memahami bahwa kalor dapat menyebabkan perubahan suhu dan perubahan wujud zat, mengetahui bahwa partikel-partikel penyusun zat selalu bergerak dan memiliki energi kinetik, serta memahami konsep perpindahan kalor dan Asas Black pada peristiwa pencampuran dua zat yang memiliki suhu berbeda.
2. **Karakteristik Mata Pelajaran** : Materi suhu dan kalor mencakup pengetahuan konseptual, prosedural, dan faktual. Pengetahuan konseptual meliputi pengertian suhu dan kalor, perbedaan suhu dan kalor, skala dan konversi suhu, kalor jenis, kapasitas kalor, perubahan wujud zat, Asas Black, pemuain zat, serta mekanisme perpindahan kalor melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Pengetahuan prosedural meliputi cara mengonversi suhu antar skala, menghitung kalor menggunakan persamaan $Q=mc\Delta T$,

menentukan kalor pada proses perubahan wujud zat, menerapkan persamaan Asas Black untuk menentukan suhu akhir campuran, menghitung laju perpindahan kalor, serta menganalisis peristiwa pemuaian. Pengetahuan faktual mencakup berbagai fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti es yang mencair, air yang mendidih, pencampuran air panas dan air dingin, rel kereta api dan jembatan yang diberi celah pemuaian, kabel listrik yang mengendur pada siang hari, termos yang menjaga suhu, sendok logam yang terasa panas saat digunakan mengaduk minuman, serta perpindahan kalor pada peralatan rumah tangga. Dalam kehidupan sehari-hari, materi ini sangat dekat dengan pengalaman peserta didik sehingga memberikan kesempatan untuk mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata. Melalui pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu memahami bahwa suhu merupakan ukuran derajat panas atau dingin suatu benda, sedangkan kalor adalah energi yang berpindah akibat perbedaan suhu, serta menjelaskan bagaimana kalor menyebabkan perubahan suhu, perubahan wujud zat, pemuaian, dan perpindahan kalor yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan maupun perkembangan teknologi.

3. Dimensi Profil Lulusan

- Keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa,
- Penalaran kritis,
- Kreativitas,
- Kolaborasi,
- Kemandirian,
- Komunikasi

C. DESAIN PEMBELAJARAN

1. Tujuan Pembelajaran :
 1. Melalui diskusi kelompok peserta didik dapat Menganalisis konsep suhu, kalor, serta prinsip kerja alat ukur suhu.
 2. Menerapkan konversi skala suhu dalam penyelesaian masalah.

3. Menganalisis konsep perubahan wujud zat serta menghitung kalor yang terlibat dalam proses tersebut.
 4. Menganalisis penerapan Asas Black dalam peristiwa pencampuran dua zat yang memiliki suhu berbeda.
 5. Menganalisis konsep pemuaian zat, jenis-jenis pemuaian, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
 6. Menganalisis mekanisme perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi), menghitung laju perpindahan kalor, serta merancang solusi sederhana yang menerapkan konsep perpindahan kalor.
2. Praktik Pedagogis : Inquiry terbimbing dan sosial emosional, Tanya jawab, Diskusi, Percobaan, dan Presentasi
3. Kemitraan Pembelajaran : MGMP Fisika
4. Lingkungan Pembelajaran : Ruang Kelas yang aman, nyaman dan bersih, dilengkapi proyektor, papan tulis, dan akses listrik
5. Pemanfaatan Digital : Penggunaan PPT, video

D. PENGALAMAN BELAJAR

Kegiatan Awal (15 Menit) (Berkesadaran, bermakna dan menggembirakan)

1. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa yang dipimpin oleh perwakilan siswa (bertakwa, berkesadaran)
2. Guru menanyakan kabar peserta didik
3. Guru melakukan presensi kehadiran sekaligus menanyakan “bagaimana perasaan peserta didik saat ini?” (Empati, kesadaran diri)
4. Guru membangun motivasi belajar peserta didik (kesadaran diri)
5. Guru bersama peserta didik mengingatkan kesepakatan kelas yang telah dibuat sebelumnya dan meminta peserta didik untuk mempersiapkan perlengkapan dan peralatan belajar yang diperlukan (KSE: Manajemen diri)
6. Guru bersama-sama dengan siswa mengambil jeda rileks (Teknik STOP) dengan memejamkan mata sejenak (KSE: Kesadaran diri)
7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran (Memahami)

8. Guru memberikan apersepsi dengan memberikan fenomena kehidupan sehari-hari mengenai perpindahan panas (dalam video). (Bermakna, penalaran kritis)
9. Guru memberikan motivasi bahwa materi ini sangat memberi manfaat dalam kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik dan sungguh-sungguh (berkesadaran)
10. Guru dan peserta didik melakukan ice breaking sebelum melanjutkan pembelajaran agar peserta didik tetap semangat mengikuti pembelajaran (Menggembirakan)

Kegiatan inti (90 Menit) (Bermakna, menggembirakan) (memahami, dan mengaplikasi)

1. Peserta didik membentuk kelompok secara heterogen 6 orang (Kolaborasi, berkesadaran)
2. Guru membagikan LKPD kepada setiap kelompok, dan meminta peserta didik menyiapkan alat dan bahan praktikum (Memahami, berkesadaran)

Kegiatan orientasi

3. Peserta didik diberikan tayangan video fenomena es mencair dari fenomena tersebut peserta didik dapat menggali permasalahan dan mengaitkan ke topik materi (Penalaran kritis, memahami)
4. Guru menjelaskan cara pengumpulan data dengan melalui percobaan sederhana (memahami)
5. Guru memberikan beberapa referensi materi kepada peserta didik
6. Peserta didik melakukan literasi dan mengidentifikasi permasalahan (Kemandirian, memahami)
7. Guru melakukan pendampingan dan memaparkan konsep secara umum

Merumuskan Hipotesis

8. Berdasarkan pengamatan dan literasi peserta didik merumuskan jawaban sementara, terkait permasalahan yang sudah dibuat (kreativitas; penalaran kritis, berkesadaran)
9. Guru berkeliling mengawasi dan memberikan pengarahan kepada peserta yang belum memahami

Mengumpulkan data

10. Berdasarkan rumusan hipotesis yang dibuat, peserta didik mencoba membuktikan melalui percobaan dan mengumpulkan data (Komunikasi; kolaborasi; kreativitas, bermakna; menggembarakan, mengaplikasikan)
11. Guru memfasilitasi peserta didik yang menemukan masalah dan memberikan bimbingan

Menguji Hipotesis

12. Peserta didik menganalisis data yang sudah diperoleh dan mengkaji sesuai dengan teori yang dipelajari. Dalam hal ini peserta didik diberikan kebebasan untuk mencari referensi sumber sesuai dengan gaya belajarnya. (penalaran kritis; komunikasi; kolaborasi, bermakna)
13. Guru mengawasi dan memberikan bimbingan terhadap masing-masing kelompok agar pembahasan materi tidak keluar topik pembelajaran.

Merumuskan Kesimpulan

14. Peserta didik membuat kesimpulan hasil percobaan (penalaran kritis; komunikasi, bermakna)
15. Guru meminta perwakilan beberapa kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi dan kelompok lain diminta untuk menanggapi untuk memperoleh perbandingan hasil (komunikasi; penalaran kritis, bermakna)
16. Guru bersama peserta didik membahas hasil diskusi dan mengaitkan dengan konsep sesuai dengan teori (penalaran kritis; komunikasi, bermakna)
17. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya

Kegiatan Akhir (15 Menit) (Bermakna) (Merefleksi)

1. Guru meminta peserta didik menyimpulkan pembelajaran pada pertemuan ini (Berkesadaran, merefleksikan)
2. Guru dan peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi pembelajaran:
 - Hal apa yang disukai dan harus dipertahankan pada pembelajaran hari ini?

- Hal apa yang tidak disukai dan harus dirubah pada pembelajaran hari ini?
 - Hal apa yang perlu dikembangkan pada pembelajaran berikutnya?
(Berkesadaran, merefleksikan)
3. Guru menyampaikan topik pertemuan selanjutnya (Berkesadaran)
 4. Guru meminta peserta didik mengumpulkan LKPD yang sudah dikerjakan (Berkesadaran)
 5. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan salam (bertakwa, berkesadaran)

E. Asesmen Pembelajaran

1. Asesmen pada proses Pembelajaran

- Tujuan : memantau pemahaman peserta didik selama proses pembelajaran dan memberikan umpan balik segera
- Observasi : Guru mengamati partisipasi peserta didik dalam diskusi kelompok, pengerjaan LKPD, dan Presentasi

2. Asesmen pada Akhir Pembelajaran

- Tujuan : mengukur pencapaian tujuan pembelajaran secara keseluruhan
- Jurnal : Murid menuliskan refleksi tentang apa yang telah mereka pelajari, kesulitan yang dihadapi, hal menarik yang muncul, apa yang perlu ditingkatkan, dan perasaan setelah mengikuti pelajaran
- Refleksi

Mengetahui

Kepala SMA Negeri 1 Seririt



Ngurah Putu Wiswayana, S.Pd.,M.Pd.

Pembina Utama Muda

NIP 197309281998011002

Seririt, 05 Januari 2026

Guru mata Pelajaran Fisika



Putu Eka Setia Dewi S.Pd

NIP.-

LAMPIRAN

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka



Lampiran 1. Bahan Ajar (sudah terlampir dihalaman sebelumnya)

Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD PERTEMUAN 1 SUHU, KALOR & KONVERSI SUHU

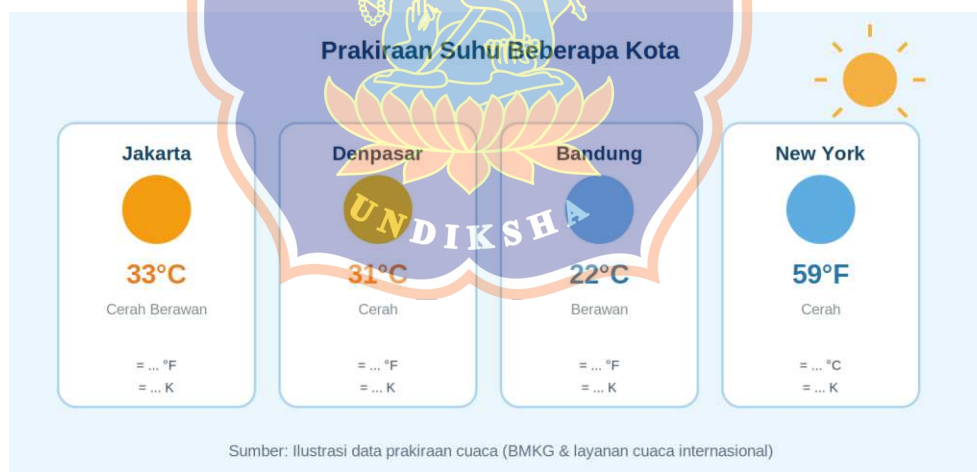
Tujuan :

1. Menganalisis konsep suhu sebagai besaran fisika dan prinsip kerja alat ukurnya.
2. Membedakan pengertian suhu dan kalor secara konseptual berdasarkan data dan fenomena nyata.
3. Menerapkan konversi skala suhu (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) dalam penyelesaian masalah.

MERUMUSKAN MASALAH

Amati Fenomena Berikut!

Setiap pagi, aplikasi cuaca di ponsel kita menampilkan prakiraan suhu untuk berbagai kota. Perhatikan empat kartu prakiraan cuaca berikut. Tiga kota di Indonesia ditampilkan dalam skala Celsius, sedangkan satu kota di luar negeri ditampilkan dalam skala Fahrenheit, karena negara tersebut memang menggunakan satuan suhu yang berbeda dari Indonesia.



Setelah mengamati keempat kartu prakiraan cuaca tersebut, rumuskan minimal 3 pertanyaan ilmiah yang ingin kalian selidiki!

No	Rumusan Masalah (Pertanyaan Ilmiah)
1	
2	
3	

MERUMUSKAN HIPOTESIS

Berdasarkan pertanyaan yang telah kalian rumuskan, susunlah hipotesis (dugaan sementara) kelompok kalian. Gunakan kalimat: “Kami menduga bahwa...”, dan sertakan alasan logisnya!

Hipotesis dan Alasan:

MERANCANG PERCOBAAN

Mini Materi:

Suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur dengan termometer (satuan: °C, K, °F, °R). Kalor adalah energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah (satuan: Joule atau Kalori). Suhu adalah keadaan, sedangkan kalor adalah energi yang berpindah.

Sekarang, rancanglah sendiri langkah-langkah penyelidikan untuk menguji hipotesis kalian. Diskusikan dengan kelompok dan tentukan:

1. Alat dan bahan apa yang kalian perlukan? (misalnya: termometer, gelas, air panas/dingin, rumus konversi suhu)
2. Data apa saja yang akan kalian kumpulkan dan ukur?
3. Bagaimana langkah-langkah percobaan/penyelidikan yang akan kalian lakukan, secara berurutan?

MELAKUKAN PERCOBAAN DAN MENGUMPULKAN DATA

Laksanakan rancangan percobaan kelompok kalian dengan bimbingan guru. Ukur suhu ruangan kelas dan suhu air (panas/dingin sesuai kesepakatan kelompok) menggunakan termometer, lalu catat hasilnya pada tabel berikut:

No.	Objek yang Diukur	Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)	Kelvin (K)	Reamur (°R)
1	Suhu ruangan kelas				
2	Suhu air (panas/dingin)				

Gunakan tabel rumus konversi berikut untuk membantu pengisian data di atas:

Dari	Ke	Rumus Konversi
Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)	$T^{\circ}\text{F} = (9/5) \times T^{\circ}\text{C} + 32$
Celsius (°C)	Kelvin (K)	$\text{TK} = T^{\circ}\text{C} + 273$
Celsius (°C)	Reamur (°R)	$T^{\circ}\text{R} = (4/5) \times T^{\circ}\text{C}$
Fahrenheit (°F)	Celsius (°C)	$T^{\circ}\text{C} = (5/9) \times (T^{\circ}\text{F} - 32)$

Kembali ke data prakiraan cuaca empat kota di Fase 1. Lengkapi konversi suhu yang belum diisi pada tiap kartu kota (Jakarta, Denpasar, Bandung ke Fahrenheit dan Kelvin; New York ke Celsius dan Kelvin):

Kota	Suhu Asli	Hasil Konversi 1	Hasil Konversi 2
Jakarta	33°C	...°F	...K
Denpasar	31°C	...°F	...K
Bandung	22°C	...°F	...K
New York	59°F	...°C	...K

MENGANALISIS DATA

Analisis Data:

1. Dari hasil pengukuran dan konversi suhu kalian, kota manakah yang sebenarnya paling panas dan paling sejuk? Apakah jawabannya sama jika hanya melihat angka suhu tanpa memperhatikan satuannya?
2. Berdasarkan data hasil percobaan suhu ruangan dan suhu air, jelaskan apa yang dimaksud dengan kalor dan bagaimana arah perpindahannya!
3. Mengapa Indonesia menggunakan skala Celsius sedangkan Amerika Serikat menggunakan skala Fahrenheit? Diskusikan kelebihan dan kekurangan kedua skala tersebut!

MENARIK KESIMPULAN

Bandingkan hipotesis awal kelompok kalian dengan hasil percobaan dan analisis data. Apakah hipotesis kalian terbukti?

Hipotesis Awal Kelompok	Hasil Setelah Percobaan	Status Hipotesis
		[] Terbukti [] Sebagian [] Tidak Terbukti

Kesimpulan:

Tuliskan kesimpulan kelompok mengenai konsep suhu, kalor, dan hubungan antar skala suhu (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Reamur) berdasarkan seluruh kegiatan penyelidikan yang telah dilakukan:

REFLEKSI DIRI	
Pernyataan Refleksi	Jawaban
Saya mampu merumuskan pertanyaan penyelidikan sendiri	☐ Ya ☐ Belum
Saya memahami perbedaan suhu dan kalor	☐ Ya ☐ Belum
Saya bisa melakukan konversi antar skala suhu	☐ Ya ☐ Belum
Saya aktif berdiskusi dan merancang percobaan dalam kelompok	☐ Ya ☐ Belum

LKDP PERTEMUAN 2 DAN 3 PERUBAHAN WUJUD & ASAS BLACK

NAMA KELOMPOK

7.
8.
9.
10.
11.
12.

Nilai

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Percobaan 1

Berdasarkan percobaan 1 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu :

1. Merancang percobaan perubahan wujud zat pada fase padat ke gas
2. Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan wujud, membedakan kalor lebur dan kalor uap dan menentukan total kalor yang dibutuhkan dalam perubahan wujud tersebut
3. Membuat kurva perubahan wujud zat sesuai hasil percobaan

B. Percobaan 2

Berdasarkan percobaan 2 yang akan dilakukan, peserta didik diharapkan mampu:

1. Merancang percobaan Asas Black
2. Membuktikan jumlah kalor yang dilepas pada benda bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima benda bersuhu rendah

II. MERUMUSKAN MASALAH

Pada suatu siang yang panas, Rani ingin membuat minuman dingin dengan menambahkan beberapa es batu ke dalam air. Setelah beberapa saat, es batu tersebut mencair meskipun tidak dipanaskan. Karena penasaran, Rani kemudian memanaskan air tersebut di dalam panci. Lama-kelamaan air menjadi panas, muncul gelembung, dan akhirnya menghasilkan uap. Namun, ia menyadari bahwa jumlah air di dalam panci semakin berkurang. Di sisi lain, Rani mencoba mencampurkan air panas dengan air dingin. Ia memperkirakan suhu campuran akan menjadi sangat panas, namun ternyata hanya terasa hangat. Rani merasa bingung dengan peristiwa-peristiwa tersebut dan ingin mengetahui apa yang sebenarnya terjadi.

Rumuskan minimal 3 pertanyaan ilmiah yang muncul dari fenomena di atas:

No.	Rumusan Masalah (Pertanyaan Ilmiah)
1	
2	
3	

III. MERUMUSKAN HIPOTESIS

Berdasarkan orientasi masalah tersebut, tuliskan hipotesis jawaban kalian

Jawaban:

IV. MERANCANG PERCOBAAN

ALAT DAN BAHAN:

1. Gelas plastik / gelas ukur (3 buah)
2. Termometer (1 Buah)
3. Air panas (100 ml)
4. Air dingin (100 ml)
5. Esa Batu (secukupnya)
6. Sendok pengaduk (1 Buah)

VI. MELAKUKAN PERCOBAAN DAN MENGUMPULKAN DATA

Percobaan 1: Perubahan wujud Zat

1. Siapkan beberapa potong es batu dalam gelas
2. Ukur suhu awal es, catat pada tabel pengamatan
3. Panaskan es hingga mencair, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan
4. Setelah es berubah menjadi air, panaskan air lalu tunggu sampai mendidih dan muncul uap, ukur suhu dan catat pada tabel pengamatan

Tabel pengamatan 1

No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume Es Batu	
2	Suhu Awal es	
3	Volume air	
4	Suhu air	
5	Suhu air mendidih	

Percobaan 2 : Asas Black

1. Siapkan 100 mL air panas dalam gelas pertama
2. Ukur suhu air panas, lalu catat sebagai T_1

3. Siapkan 100 mL air dingin dalam gelas kedua
4. Ukur suhu air dingin lalu catat sebagai T_2
5. Campurkan air panas dan air dingin ke dalam gelas ketiga
6. Aduk perlahan menggunakan sendok pegaduk
7. Ukur suhu akhir campuran, lalu catat sebagai T_c
8. Bandingkan hasil percobaan dengan prediksi kelompok
9. Tulis data dalam tabel pengamatan seperti berikut

Tabel Pengamatan 2

No.	Besaran yang diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air panas	
2	Suhu Awal air panas	
3	Volume air dingin	
4	Suhu awal air dingin	
5	Suhu akhir percobaan	

MENGANALISI DATA PERCOBAAN 1

1. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, hitunglah jumlah kalor yang diperlukan pada perubahan wujud dari fase padat ke gas

Jawaban:

2. Gambarlah kurva perubahan wujud yang diperoleh sesuai hasil percobaan

Jawaban:

MENGANALISIS DATA PERCOBAAN 2

1. Dengan menggunakan persamaan asas Black hitunglah suhu campuran yang terbentuk sesuai data percobaan!

Jawaban:

2. Buktikan bahwa jumlah kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima sesuai bunyi Asas Black, melalui perhitungan menggunakan rumus dan data hasil percobaan!

Jawaban:



Hipotesis Awal Kelompok	Hasil Setelah Percobaan	Status Hipotesis
		☐ Terbukti ☐ Sebagian ☐ Tidak Terbukti

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data dari kedua percobaan, tuliskan kesimpulan kelompok kalian yang menjawab pertanyaan Rani di atas

REFLEKSI

Tuliskan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan! (Refleksi dapat berupa kekurangan dan kelebihan)

Jawaban:

LKDP PERTEMUAN 4 PEMUAIAN

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Model Inquiry Terbimbing Pertemuan 4: Pemuaian

Nama Kelompok:

1.
2.

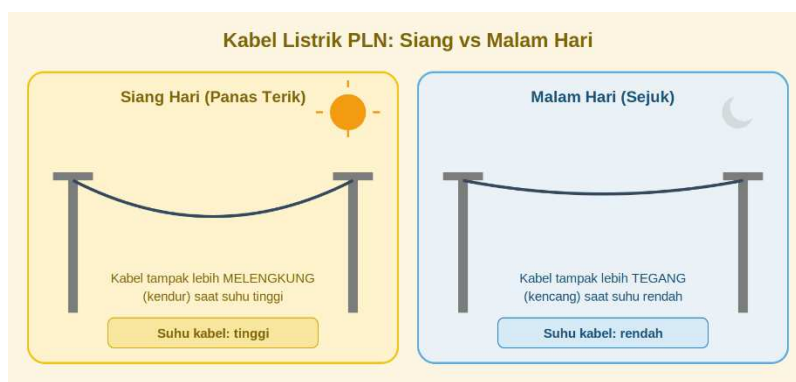
TUJUAN PEMBELAJARAN

- Memahami konsep pemuaian zat padat, cair, dan gas
- Menentukan jenis-jenis pemuaian (panjang, luas, volume) dan koefisien muainya
- Menganalisis penerapan konsep pemuaian dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi

FASE 1: MERUMUSKAN MASALAH

Amati Fenomena Berikut!

Perhatikan kabel listrik PLN yang melintang di antara dua tiang. Jika kalian amati pada siang hari yang sangat panas, kabel tersebut tampak lebih melengkung (kendur). Namun, jika diamati pada malam hari yang lebih sejuk, kabel yang sama tampak lebih tegang (kencang). Padahal, panjang kabel dan jarak antar tiang tidak berubah.



Setelah mengamati fenomena tersebut, rumuskan minimal 3 pertanyaan ilmiah yang ingin kalian selidiki!

No.	Rumusan Masalah (Pertanyaan Ilmiah)
1	
2	
3	

FASE 2: MERUMUSKAN HIPOTESIS

Susunlah hipotesis (dugaan sementara) kelompok kalian. Gunakan kalimat: “Kami menduga bahwa...”, dan sertakan alasan logisnya!

Hipotesis dan Alasan:

FASE 3: MERANCANG PERCOBAAN

Alat dan Bahan yang Tersedia:

- Baskom (1 buah), Botol kaca (2 buah), Sedotan bening
- Air biasa, Air mendidih, Minyak goreng
- Plastisin, Pewarna makanan

Rancanglah sendiri langkah-langkah percobaan untuk menguji hipotesis kalian menggunakan alat dan bahan di atas. Diskusikan dengan kelompok:

1. Bagaimana cara kalian menggunakan botol, sedotan, dan air panas untuk menyelidiki pemuaian zat cair? Variabel apa yang akan diubah (variabel bebas) dan apa yang akan diamati (variabel terikat)?
2. Tuliskan langkah-langkah percobaan kalian secara berurutan!

FASE 4: MELAKUKAN PERCOBAAN DAN MENGUMPULKAN DATA

Laksanakan rancangan percobaan kelompok kalian dengan bimbingan guru. Sebagai panduan, gunakan prosedur berikut jika diperlukan:

1. Isi botol kaca 1 dengan air berwarna, dan botol kaca 2 dengan minyak goreng. Pastikan volumenya sama.

2. Masukkan sedotan ke tiap botol, tutup mulut botol dengan plastisin agar rapat.
3. Letakkan kedua botol dalam baskom, lalu tuangkan air panas ke baskom hingga botol terendam.
4. Tunggu 2-3 menit, amati apa yang terjadi pada cairan di dalam sedotan, lalu catat hasilnya.

Hasil Pengamatan:

Pengamatan	Sebelum Dipanaskan	Setelah Dipanaskan	Perubahan yang Terjadi
Botol 1 (Air)			
Botol 2 (Minyak)			

FASE 5: MENGANALISIS DATA

1. Mengapa cairan naik ke dalam sedotan setelah botol direndam air panas?
2. Bandingkan tinggi kenaikan cairan pada botol 1 (air) dan botol 2 (minyak). Apa yang bisa kamu simpulkan tentang koefisien muai kedua zat tersebut?
3. Hubungkan hasil percobaan kalian dengan fenomena kabel listrik PLN di Fase 1. Mengapa kabel tampak lebih kendur pada siang hari yang panas, dan lebih tegang pada malam hari yang sejuk?
4. Menurut kalian, mengapa PLN sengaja memasang kabel dengan sedikit kendur, bukan dipasang tegang lurus sejak awal? Apa yang mungkin terjadi jika kabel dipasang terlalu tegang?

FASE 6: MENARIK KESIMPULAN

Hipotesis Awal Kelompok	Hasil Setelah Percobaan	Status Hipotesis
		[] Terbukti [] Sebagian [] Tidak Terbukti

Kesimpulan:

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, lengkapi kesimpulan berikut:

1. Zat yang dipanaskan akan _____ karena _____

2. Perbedaan antara air dan minyak goreng dalam hal pemuaian adalah

3. Penerapan konsep pemuaian pada kabel listrik PLN:

REFLEKSI DIRI

Hal baru yang aku pelajari dari merancang percobaan sendiri:

Hal yang masih belum aku pahami:

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Pertemuan 5: Perpindahan Kalor

Nama Kelompok:

1. 4.

2. 5.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Memahami konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, radiasi) melalui penyelidikan ilmiah.
2. Menghitung laju perpindahan kalor secara kuantitatif ($Q = mc\Delta T$ dan $P = Q/t$).
3. Merancang alat sederhana berbasis konsep perpindahan kalor.

FASE 1: MERUMUSKAN MASALAH

Amati Fenomena Berikut!

Saat berkemah, sekelompok siswa menyalakan api unggun untuk menghangatkan diri. Adi yang duduk paling dekat merasa sangat panas di kulitnya, Budi yang mengaduk air panas dengan sendok logam tiba-tiba berteriak kepanasan, sementara Cici yang berada agak jauh juga ikut merasakan hangat. Mereka pun bertanya-tanya.

 Simak video berikut untuk membantu analisis kalian:

https://youtu.be/Me60Ti0E_rY

Rumuskan minimal 3 pertanyaan ilmiah yang ingin kalian selidiki:

No.	Rumusan Masalah (Pertanyaan Ilmiah)
1	
2	
3	

FASE 2: MERUMUSKAN HIPOTESIS

Susunlah hipotesis (dugaan sementara) kelompok kalian. Gunakan kalimat: “Kami menduga bahwa...”, dan sertakan alasan logisnya!

Hipotesis dan Alasan:

FASE 3: MERANCANG PERCOBAAN

Alat dan Bahan yang Tersedia:

- Gelas ukur, Termometer, Air 100 mL
- Bunsen/pemanas, Stopwatch, Pewarna makanan, Sendok

Rancanglah sendiri langkah-langkah percobaan untuk menguji hipotesis kalian.

Diskusikan dengan kelompok:

1. Bagaimana langkah-langkah percobaan untuk mengukur laju perpindahan kalor pada air yang dipanaskan? Data apa saja yang perlu dicatat?
2. Bagaimana cara kalian menggunakan pewarna makanan untuk mengamati pola aliran kalor (konveksi) dalam air?

FASE 4: MELAKUKAN PERCOBAAN DAN MENGUMPULKAN DATA

Laksanakan rancangan percobaan kelompok kalian dengan bimbingan guru. Sebagai panduan, gunakan prosedur berikut jika diperlukan:

1. Ukur dan catat suhu awal air (T_1).

2. Panaskan air, teteskan pewarna makanan, amati pergerakan aliran.
3. Catat waktu (t) hingga air mendidih dan ukur suhu akhir (T_2).

No.	Besaran yang Diamati	Hasil Pengamatan
1	Volume air	
2	Suhu awal air (T_1)	
3	Suhu akhir air (T_2)	
4	Waktu yang diperlukan air mendidih (t)	

Hitung Laju Kalor $\rightarrow Q = m \times c \times \Delta T$ (c air = 4.200 J/kg°C) lalu $P = Q/t$ Perhitungan

$$Q = m \times c \times \Delta T = \dots \times 4.200 \times \dots = \dots \text{ J}$$

$$P = Q / t = \dots / \dots = \dots \text{ Watt}$$

FASE 5: MENGANALISIS DATA

1. Bagaimana hubungan ΔT dengan laju kalor (P)? Jelaskan berdasarkan data!
2. Berdasarkan hasil pengamatan pola aliran pewarna, jelaskan bagaimana proses konveksi terjadi pada air yang dipanaskan!
3. Hubungkan hasil percobaan kalian dengan fenomena api unggun di Fase 1. Mengapa Adi merasa sangat panas (radiasi), Budi kepanasan saat memegang sendok logam (konduksi), dan Cici yang agak jauh tetap merasa hangat (konveksi udara)?

Rancang Alatmu!

Rancanglah sebuah alat sederhana yang memanfaatkan konsep perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan/atau radiasi). Bebas menentukan jenis alatnya, yang penting jelaskan prinsip kerjanya dan buat sketsanya!

Nama Alat		Prinsip Perpindahan Kalor yang Digunakan	
Sketsa Alat		Cara Kerja Alat	
FASE 6: MENARIK KESIMPULAN			
Hipotesis Awal Kelompok	Hasil Setelah Percobaan	Status Hipotesis	
		☐ Terbukti ☐ Sebagian ☐ Tidak Terbukti	
Kesimpulan: Tuliskan kesimpulan kelompok yang menjawab pertanyaan masalah di Fase 1, mengenai perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi:			
			
PRESENTASI HASIL DISKUSI			
REFLEKSI DIRI			
Pernyataan Refleksi		Jawaban	
Saya mampu merancang percobaan sendiri		☐ Ya ☐ Belum	
Saya memahami perbedaan konduksi, konveksi, radiasi		☐ Ya ☐ Belum	
Saya bisa menghitung laju kalor		☐ Ya ☐ Belum	
Saya aktif berdiskusi		☐ Ya ☐ Belum	

Lampiran 3. Kisi Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian

Rubrik penilaian sikap

Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
Kolaborasi	1. Membangun tim dan mengelola kerjasama untuk mencapai tujuan bersama 2. Berkomunikasi dengan baik 3. Saling membantu satu sama lain 4. Melakukan koordinasi terkait tugas dalam kelompok	4 = keempat indikator memenuhi 3 = hanya 3 indikator memenuhi 2 = hanya 2 indikator memenuhi 1 = hanya 1 indikator memenuhi
Penalaran Kritis	1. Mengajukan pertanyaan untuk menganalisis permasalahan 2. Mengolah informasi yang kompleks 3. Menganalisis berbagai argumen untuk mengambil suatu simpulan/keputusan 4. Menjelaskan alasan untuk mendukung pemikirannya	4 = keempat indikator memenuhi 3 = hanya 3 indikator memenuhi 2 = hanya 2 indikator memenuhi 1 = hanya 1 indikator memenuhi

Instrumen Penilaian Sikap

No	Nama Siswa	Kolaborasi	Penalaran Kritis	Nilai Akhir

Nilai = Jumlah Skor Perolehan / 8

Kategori Nilai Akhir

Sangat Baik : 3,50 – 4,00

Baik : 2,00 – 3,49

Cukup : 1,50 – 1,99

Kurang : 1,00 – 1,49

Rubrik Penilaian Presentasi

Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
Penggunaan bahasa	Menggunakan bahasa yang baik, baku, dan terstruktur	4
		3
	Menggunakan bahasa yang baik, baku tetapi kurang terstruktur	2
		1

	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku dan terstruktur Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku dan tidak terstruktur	
Kejelasan penyampaian	Artikulasi jelas, suara terdengar, dan tidak terbata-bata Artikulasi kurang jelas, suara terdengar, dan tidak terbata-bata Artikulasi jelas, suara terdengar, namun terbata-bata Artikulasi kurang jelas, suara tidak terdengar, dan terbata-bata	4 3 2 1
Komunikatif	Pandangan lebih banyak menatap peserta daripada melihat catatan selama menjelaskan dan menggunakan gestur yang percaya diri Pandangan lebih banyak menatap peserta daripada melihat catatan pada saat menjelaskan tetapi tanpa gestur tubuh yang percaya diri Pandangan lebih banyak melihat catatan saat menjelaskan daripada menatap ke peserta Membaca catatan selama menjelaskan	4 3 2 1
Pemahaman materi	Mampu menjawab pertanyaan peserta dengan sangat baik dan memahami materi yang disampaikan serta mampu mengaitkan informasi yang relevan Mampu menjawab pertanyaan peserta dengan baik dan memahami materi yang disampaikan Mampu menjawab pertanyaan peserta, namun kurang baik dan hanya memahami materi yang disampaikan Tidak mampu menjawab pertanyaan dan tidak memahami sebagian besar materi yang disampaikan	4 3 2 1

Instrumen Penilaian Presentasi

No	Nama Siswa	Penggunaan Bahasa	Kejelasan penyampaian	Komunikatif	Pemahaman materi

Nilai = Jumlah Skor Perolehan / 16

Kategori Nilai Akhir

Sangat Baik : 3,50 – 4,00

Baik : 2,00 – 3,49

Cukup : 1,50 – 1,99

Kurang : 1,00 – 1,49

Rubrik penilaian LKPD

Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
Respon terhadap permasalahan	Mampu menuliskan hasil pengamatan/informasi penting yang diperoleh dengan sangat baik	4
	Mampu menuliskan hasil pengamatan/informasi penting yang diperoleh dengan baik	3
	Mampu menuliskan hasil pengamatan/informasi penting yang diperoleh dengan cukup baik	2
	Mampu menuliskan hasil pengamatan/informasi penting yang diperoleh dengan kurang baik	1
	Mampu menuliskan hasil pengamatan/informasi penting yang diperoleh dengan kurang baik	1
Identifikasi Masalah	Mampu mengemukakan permasalahan/pertanyaan dengan sangat baik	4
	Mampu mengemukakan permasalahan/pertanyaan dengan baik	3
	Mampu mengemukakan permasalahan/pertanyaan dengan cukup baik	2
	Mampu mengemukakan permasalahan/pertanyaan dengan kurang baik	1
	Mampu mengemukakan permasalahan/pertanyaan dengan kurang baik	1
Pengumpulan Data	Mampu melakukan pengumpulan data dan menuliskan hasilnya berdasarkan permasalahan dengan sangat baik	4
	Mampu melakukan pengumpulan data dan menuliskan hasilnya berdasarkan permasalahan dengan baik	3
	Mampu melakukan pengumpulan data dan menuliskan hasilnya berdasarkan permasalahan dengan cukup baik	2
	Mampu melakukan pengumpulan data dan menuliskan hasilnya berdasarkan permasalahan dengan kurang baik	1
	Mampu melakukan pengumpulan data dan menuliskan hasilnya berdasarkan permasalahan dengan kurang baik	1
Pengolahan Data	Mampu melakukan pengolahan data dengan sangat baik	4
	Mampu melakukan pengolahan data dengan baik	3
	Mampu melakukan pengolahan data dengan cukup baik	2
	Mampu melakukan pengolahan data dengan kurang baik	1
	Mampu melakukan pengolahan data dengan kurang baik	1
Kesimpulan	Mampu membuat kesimpulan dengan sangat baik	4
	Mampu membuat kesimpulan dengan baik	3
	Mampu membuat kesimpulan dengan cukup baik	2
	Mampu membuat kesimpulan dengan kurang baik	1
	Mampu membuat kesimpulan dengan kurang baik	1

Instrumen Penilaian LKPD

No	Nama Siswa	Respon terhadap permasalahan	Identifikasi Masalah	Pengumpulan data	Pengolahan Data	Kesimpulan

Nilai = Jumlah Skor Perolehan / 20

Kategori Nilai Akhir

Sangat Baik : 3,50 – 4,00

Baik : 2,00 – 3,49

Cukup : 1,50 – 1,99

Kurang : 1,00 – 1,49



Lampiran 4. Daftar Pustaka

Lasmi, N. K. (2023). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Pusat Perbukuan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
<https://buku.kemdikbud.go.id/katalog/fisika-untuk-sma-ma-kelas-xi>



LAMPIRAN V

DATA HASIL PENELITIAN



Lampiran 5.1	Data Hasil <i>Pretest</i> Kelompok Eksperimen
Lampiran 5.2	Data Hasil <i>Pretest</i> Kelompok Kontrol
Lampiran 5.3	Data Hasil <i>Posttest</i> Kelompok Eksperimen
Lampiran 5.4	Data Hasil <i>Posttest</i> Kelompok Kontrol
Lampiran 5.5	Hasil <i>Pretest</i> Setiap Dimensi KBK
Lampiran 5.6	Hasil <i>Posttest</i> Setiap Dimensi KBK

Lampiran 5.1 Data Hasil *Pretes* Kelompok Eksperimen

Pretest Kelompok Ekperimen 1 (Model PBL Berbantuan *Blended Learning*)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	0	2	0	17	35.4
2	3	3	2	2	1	0	3	2	2	1	1	1	21	43.8
3	3	3	2	2	0	2	2	2	1	0	1	1	19	39.6
4	2	2	1	1	0	0	2	2	1	0	1	1	13	27.1
5	1	2	3	2	1	1	2	2	1	1	2	0	18	37.5
6	2	2	1	1	0	1	2	2	1	1	2	0	15	31.3
7	3	3	2	2	1	1	2	2	0	1	3	2	22	45.8
8	2	2	1	1	0	2	2	0	1	1	2	1	15	31.3
9	0	1	2	2	1	2	3	2	1	1	1	0	16	33.3
10	0	0	1	1	0	2	2	2	0	0	2	0	10	20.8
11	1	1	2	1	0	1	2	2	0	0	3	0	13	27.1
12	2	2	2	1	1	0	3	2	2	1	1	1	18	37.5
13	2	2	2	2	0	1	1	1	0	0	1	0	12	25
14	3	2	1	1	1	2	2	0	1	1	0	0	14	29.2
15	2	2	1	1	0	1	2	2	1	0	4	0	16	33.3
16	3	3	2	2	1	2	1	2	0	0	2	0	18	37.5
17	2	2	2	1	1	2	3	2	1	0	1	0	17	35.4
18	2	1	2	1	0	2	3	2	2	1	3	1	20	41.7
19	2	1	1	2	2	2	3	1	1	1	3	1	20	41.7
20	1	1	2	1	0	2	3	1	1	0	2	1	15	31.3
21	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	1	12	25
22	3	3	2	2	0	1	1	1	0	0	1	2	16	33.3
23	4	3	2	2	3	2	3	2	1	3	4	1	30	62.5
24	2	2	1	2	1	2	3	2	1	1	2	0	19	39.6
25	3	3	2	1	0	2	3	0	0	0	1	0	15	31.3
26	4	2	3	2	2	1	3	2	1	0	1	1	22	45.8
27	1	1	3	2	0	2	2	2	1	1	2	0	17	35.4
28	4	3	2	1	1	2	3	2	2	1	4	1	26	54.2

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
29	2	2	0	1	0	1	2	2	0	0	0	0	10	20.8
30	2	2	3	2	1	2	2	1	1	0	3	0	19	39.6
31	3	3	2	2	2	1	2	1	1	0	1	1	19	39.6
32	2	2	2	1	0	1	2	2	1	0	2	0	15	31.3
33	4	3	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	24	50
34	3	2	1	2	1	2	2	2	2	0	1	1	19	39.6

Pretest Kelompok Eksperimen 2 (Model PBL)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	1	2	1	0	1	2	1	0	0	2	0	12	25
2	2	2	2	2	0	1	2	1	1	1	2	1	17	35.4
3	3	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	19	39.6
4	2	2	1	2	0	1	2	3	2	1	2	0	18	37.5
5	1	1	2	2	0	1	2	2	0	0	2	0	13	27.1
6	3	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	18	37.5
7	3	3	2	1	2	2	3	2	2	1	2	2	25	52.1
8	2	0	2	3	0	1	3	2	0	0	2	0	15	31.3
9	3	3	2	1	2	2	2	1	1	2	3	2	24	50
10	1	1	2	2	0	1	2	2	1	0	0	0	12	25
11	2	2	2	3	1	2	2	1	1	1	1	1	19	39.6
12	3	2	3	1	1	1	2	2	0	0	3	1	19	39.6
13	1	1	2	2	0	1	2	2	1	0	0	0	12	25
14	2	2	1	0	0	2	2	2	1	1	3	1	17	35.4
15	2	2	1	1	1	2	3	2	0	0	2	0	16	33.3
16	2	2	1	2	0	0	3	1	0	0	0	0	11	22.9
17	3	3	2	1	1	2	2	2	1	1	4	1	23	47.9
18	2	2	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1	21	43.8
19	4	3	2	2	1	1	2	1	2	2	4	2	26	54.2
20	2	2	2	1	0	1	2	1	0	0	3	0	14	29.2
21	1	1	2	2	0	2	3	2	1	1	2	1	18	37.5
22	2	2	2	2	1	2	1	2	1	0	0	0	15	31.3
23	4	3	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	24	50
24	1	1	3	2	2	2	3	3	1	0	0	0	18	37.5
25	2	3	2	1	0	2	2	0	0	0	2	0	14	29.2
26	3	3	1	1	1	2	3	2	1	1	2	1	21	43.8
27	2	2	2	3	1	1	3	2	1	0	2	0	19	39.6

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
28	3	3	2	2	0	2	3	2	1	2	3	0	23	47.9
29	2	2	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2	22	45.8
30	2	3	2	1	1	2	2	3	0	0	3	0	19	39.6
31	2	2	3	3	1	1	2	1	0	0	2	0	17	35.4
32	4	3	2	3	2	2	3	1	1	1	2	1	25	52.1
33	2	0	2	2	0	2	3	2	1	0	3	0	17	35.4
34	1	1	2	1	0	3	2	3	1	0	3	0	17	35.4
35	3	3	2	2	1	2	3	1	1	2	2	2	24	50
36	1	0	2	1	0	2	2	2	1	1	3	0	15	31.3



Lampiran 5.2 Data Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol

Pretest Kelompok Kontrol (Model Pembelajaran Konvensional)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	2	2	1	0	1	2	0	0	0	1	0	11	22.9
2	3	2	1	1	0	2	3	1	0	0	0	0	13	27.1
3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	0	2	2	16	33.3
4	2	1	2	2	2	1	2	2	1	0	3	0	18	37.5
5	0	0	1	2	0	1	3	1	0	0	2	0	10	20.8
6	2	3	1	1	1	3	2	4	2	1	2	1	23	47.9
7	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	4	0	16	33.3
8	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	2	2	15	31.3
9	0	2	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	7	14.6
10	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	16	33.3
11	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	9	18.8
12	1	1	2	3	2	2	1	1	2	1	1	1	18	37.5
13	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2	0	8	16.7
14	2	3	2	1	1	1	2	0	0	0	1	0	13	27.1
15	2	2	2	1	2	1	2	1	0	1	2	1	17	35.4
16	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	0	14	29.2
17	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	7	14.6
18	2	2	1	2	1	2	3	1	0	0	2	0	16	33.3
19	1	1	2	1	1	0	2	2	1	0	2	1	14	29.2
20	2	2	2	1	0	0	2	0	0	0	1	0	10	20.8
21	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	17	35.4
22	4	0	0	1	1	1	1	2	2	0	1	0	13	27.1
23	1	1	1	2	1	1	2	1	0	0	2	0	12	25
24	2	2	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	10	20.8
25	1	1	2	1	0	1	2	2	0	0	1	1	12	25
26	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	3	2	22	45.8
27	2	2	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	10	20.8
28	1	1	2	1	1	2	2	1	1	0	3	1	16	33.3
29	2	1	2	1	1	1	2	0	1	1	2	0	14	29.2
30	4	2	1	1	2	1	1	1	2	0	3	0	18	37.5
31	1	0	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	10	20.8
32	1	1	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1	10	20.8
33	2	1	1	1	1	2	2	0	1	0	2	1	14	29.2
34	2	1	2	1	0	1	2	1	1	1	2	2	16	33.3
35	1	1	2	1	0	0	2	1	0	0	2	0	10	20.8
36	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	17	35.4

Lampiran 5.3 Data Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen

Posttest Kelompok Ekperimen 1 (Model PBL Berbantuan *Blended Learning*)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	4	4	3	3	4	3	3	2	3	2	4	2	37	77.1
2	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	1	2	40	83.3
3	3	3	2	3	4	3	2	4	4	2	2	2	34	70.8
4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	2	3	3	41	85.4
5	4	4	3	3	4	2	3	3	4	1	4	1	36	75
6	4	4	3	3	3	2	3	3	4	2	4	1	36	75
7	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	46	95.8
8	4	4	2	4	2	2	4	3	2	1	3	2	33	68.8
9	4	4	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	33	68.8
10	4	4	2	3	4	3	3	2	4	2	4	2	37	77.1
11	4	4	3	3	2	3	3	3	4	1	4	2	36	75
12	4	4	2	3	3	3	4	3	4	2	3	2	37	77.1
13	4	4	3	3	4	2	3	3	4	2	2	1	34	70.8
14	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	2	2	40	83.3
15	4	3	3	4	3	2	3	3	3	1	3	2	34	70.8
16	4	4	3	3	4	3	2	4	4	4	2	1	38	79.2
17	4	4	3	4	2	3	3	2	4	4	3	2	38	79.2
18	4	4	4	3	1	3	3	2	4	2	4	2	36	75
19	4	4	4	4	2	3	3	3	2	2	4	3	38	79.2
20	4	4	2	3	3	3	3	2	4	2	2	2	34	70.8
21	4	4	4	3	3	2	3	3	4	2	3	1	36	75
22	4	4	2	3	4	3	3	3	4	4	3	3	40	83.3
23	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	45	93.8
24	4	4	3	4	2	4	4	2	4	4	4	2	41	85.4
25	4	4	3	3	3	3	3	2	4	2	4	1	36	75
26	4	4	4	4	3	3	4	2	2	4	4	2	40	83.3
27	4	4	3	3	4	2	2	3	4	2	2	2	35	72.9
28	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	45	93.8
29	4	4	2	3	2	2	3	3	4	2	4	1	34	70.8
30	4	4	3	4	4	3	2	2	4	1	4	3	38	79.2
31	4	4	4	4	4	3	2	3	4	3	2	2	39	81.3
32	3	3	2	3	2	3	2	4	4	1	2	1	30	62.5
33	4	4	3	4	4	4	3	2	4	2	4	2	40	83.3
34	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	1	1	36	75

Posttest Kelompok Ekperimen 2 (Model PBL)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	4	4	3	4	2	3	3	3	3	1	3	2	35	72.9
2	4	4	2	3	1	3	3	3	3	3	2	2	33	68.8
3	4	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	1	32	66.7
4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	32	66.7
5	4	4	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1	29	60.4
6	4	4	3	3	4	2	3	3	2	3	2	1	34	70.8
7	4	3	3	3	4	3	4	1	4	3	2	2	36	75
8	4	4	3	3	2	3	3	3	3	1	2	2	33	68.8
9	4	3	3	3	4	3	4	2	3	3	4	2	38	79.2
10	4	4	3	2	4	3	2	3	3	1	3	1	33	68.8
11	4	4	3	4	2	3	2	3	3	4	3	1	36	75
12	3	3	4	3	2	3	4	3	4	4	4	2	39	81.3
13	3	3	2	3	2	2	3	1	1	0	2	1	23	47.9
14	4	4	3	3	1	2	2	3	3	1	3	1	30	62.5
15	3	4	3	4	1	3	4	3	2	4	2	2	35	72.9
16	3	4	3	2	2	3	3	3	4	2	2	0	31	64.6
17	4	4	3	3	4	3	4	2	4	3	4	2	40	83.3
18	4	4	3	2	2	3	2	3	3	1	4	1	32	66.7
19	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	2	42	87.5
20	3	3	2	3	2	2	3	1	1	1	2	2	25	52.1
21	4	4	2	3	2	3	4	3	2	3	2	2	34	70.8
22	4	4	3	4	2	3	3	3	3	3	2	2	36	75
23	4	4	4	3	4	3	2	2	1	4	2	1	34	70.8
24	4	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	1	31	64.6
25	4	4	3	3	4	3	2	1	1	3	2	2	32	66.7
26	3	3	2	3	2	2	3	1	1	1	2	2	25	52.1
27	4	4	2	3	2	3	4	2	2	2	2	1	31	64.6
28	4	4	3	4	3	3	3	2	1	4	3	1	35	72.9
29	4	4	3	2	4	3	2	3	3	1	3	2	34	70.8
30	4	3	3	3	2	3	3	4	2	1	3	1	32	66.7
31	3	4	3	4	3	3	3	2	1	4	3	1	34	70.8
32	4	3	3	4	3	3	3	2	2	2	3	1	33	68.8
33	4	4	2	2	1	2	3	3	4	0	3	2	30	62.5
34	4	4	3	2	2	3	2	3	3	1	3	2	32	66.7
35	4	4	3	4	4	4	3	2	2	4	3	3	40	83.3
36	4	4	3	2	2	3	2	3	3	1	3	1	31	64.6

Lampiran 5.4 Data Hasil *Posttest* Kelompok Kontrol

Posttest Kelompok Kontrol (Model Pembelajaran Konvensional)

No	BUTIR SOAL												TOTAL	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	3	4	3	3	2	2	3	1	2	1	3	1	28	58.3
2	3	4	3	3	3	2	3	1	1	0	3	0	26	54.2
3	4	2	3	3	4	1	2	1	1	0	2	4	27	56.3
4	4	4	3	3	4	2	2	2	1	1	3	1	30	62.5
5	4	4	3	2	3	2	3	1	1	1	3	1	28	58.3
6	3	4	2	3	4	3	2	4	2	1	4	1	33	68.8
7	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	4	2	30	62.5
8	2	3	3	4	4	1	3	2	1	1	2	2	28	58.3
9	4	4	3	2	3	0	2	1	1	0	3	1	24	50
10	3	2	2	3	4	2	3	2	1	1	4	1	28	58.3
11	4	4	3	2	3	2	3	4	2	1	3	2	33	68.8
12	4	4	3	4	4	3	2	2	2	1	3	1	33	68.8
13	3	2	1	2	1	1	3	1	1	3	4	4	24	50
14	3	4	3	3	4	2	4	2	1	1	3	1	31	64.6
15	4	2	3	3	3	1	4	2	1	1	3	2	29	60.4
16	4	4	4	3	3	1	3	2	1	1	3	2	31	64.6
17	3	2	3	3	1	2	3	1	2	1	3	1	25	52.1
18	4	4	3	4	2	3	3	1	1	1	2	1	29	60.4
19	4	2	3	3	4	1	2	2	1	1	3	1	27	56.3
20	3	2	3	1	4	1	3	1	1	0	3	4	26	54.2
21	1	3	3	3	2	2	2	1	1	0	4	1	23	47.9
22	4	1	3	3	4	2	1	3	3	1	3	2	30	62.5
23	2	4	3	4	2	2	2	2	1	1	3	0	26	54.2
24	4	4	3	4	1	2	3	1	2	1	4	1	30	62.5
25	2	2	3	3	2	3	3	2	2	1	4	1	28	58.3
26	4	4	3	3	4	2	2	3	1	1	4	2	33	68.8
27	2	3	2	3	1	3	4	1	1	1	2	1	24	50
28	3	3	3	4	3	1	3	2	1	1	3	1	28	58.3
29	3	2	3	3	1	2	4	1	2	1	2	2	26	54.2
30	4	4	3	3	4	3	3	2	4	1	4	1	36	75
31	3	2	3	3	3	2	4	1	1	1	2	1	26	54.2
32	2	3	2	3	2	1	3	2	2	1	3	2	26	54.2
33	4	2	1	3	2	2	3	1	1	0	4	3	26	54.2
34	4	2	3	3	4	2	3	3	3	1	3	2	33	68.8
35	4	3	3	2	3	1	2	1	1	1	3	0	24	50
36	4	3	3	2	3	1	3	1	1	1	3	1	26	54.2

Lampiran 5.5 Hasil *Pretest* Setiap Dimensi KBK

1. Kelompok Eksperimen 1

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1		1	1		1	1		2	1	
1	2	2	50	1	2	37.5	1	1	25	2	2	50	2	0	25	2	0	25
2	3	3	75	2	2	50	1	0	12.5	3	2	62.5	2	1	37.5	1	1	25
3	3	3	75	2	2	50	0	2	25	2	2	50	1	0	12.5	1	1	25
4	2	2	50	1	1	25	0	0	0	2	2	50	1	0	12.5	1	1	25
5	1	2	37.5	3	2	62.5	1	1	25	2	2	50	1	1	25	2	0	25
6	2	2	50	1	1	25	0	1	12.5	2	2	50	1	1	25	2	0	25
7	3	3	75	2	2	50	1	1	25	2	2	50	0	1	12.5	3	2	62.5
8	2	2	50	1	1	25	0	2	25	2	0	25	1	1	25	2	1	37.5
9	0	1	12.5	2	2	50	1	2	37.5	3	2	62.5	1	1	25	1	0	12.5
10	0	0	0	1	1	25.0	0	2	25.0	2	2	50.0	0	0	0	2	0	25.0
11	1	1	25	2	1	37.5	0	1	12.5	2	2	50	0	0	0	3	0	37.5
12	2	2	50	2	1	37.5	1	0	12.5	3	2	62.5	2	1	37.5	1	1	25
13	2	2	50	2	2	50	0	1	12.5	1	1	25	0	0	0	1	0	12.5
14	3	2	62.5	1	1	25	1	2	37.5	2	0	25	1	1	25	0	0	0
15	2	2	50	1	1	25	0	1	12.5	2	2	50	1	0	12.5	4	0	50
16	3	3	75	2	2	50	1	2	37.5	1	2	37.5	0	0	0	2	0	25
17	2	2	50	2	1	37.5	1	2	37.5	3	2	62.5	1	0	12.5	1	0	12.5
18	2	1	37.5	2	1	37.5	0	2	25	3	2	62.5	2	1	37.5	3	1	50
19	2	1	37.5	1	2	37.5	2	2	50	3	1	50	1	1	25	3	1	50
20	1	1	25	2	1	37.5	0	2	25	3	1	50	1	0	12.5	2	1	37.5

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1		4	6		7	9		2	1	
21	2	2	50	1	1	25	0	0	0	2	1	37.5	1	0	12.5	1	1	25
22	3	3	75	2	2	50	0	1	12.5	1	1	25	0	0	0	1	2	37.5
23	4	3	87.5	2	2	50	3	2	62.5	3	2	62.5	1	3	50	4	1	62.5
24	2	2	50	1	2	37.5	1	2	37.5	3	2	62.5	1	1	25	2	0	25
25	3	3	75	2	1	37.5	0	2	25	3	0	37.5	0	0	0	1	0	12.5
26	4	2	75	3	2	62.5	2	1	37.5	3	2	62.5	1	0	12.5	1	1	25
27	1	1	25	3	2	62.5	0	2	25	2	2	50	1	1	25	2	0	25
28	4	3	87.5	2	1	37.5	1	2	37.5	3	2	62.5	2	1	37.5	4	1	62.5
29	2	2	50	0	1	12.5	0	1	12.5	2	2	50	0	0	0	0	0	0
30	2	2	50	3	2	62.5	1	2	37.5	2	1	37.5	1	0	12.5	3	0	37.5
31	3	3	75	2	2	50	2	1	37.5	2	1	37.5	1	0	12.5	1	1	25
32	2	2	50	2	1	37.5	0	1	12.5	2	2	50	1	0	12.5	2	0	25
33	4	3	87.5	2	2	50	1	2	37.5	2	2	50	1	1	25	2	2	50
34	3	2	62.5	1	2	37.5	1	2	37.5	2	2	50	2	0	25	1	1	25
Rata-rata	54.04			40.81			26.10			48.53			18.01			30.15		

2. Kelompok Eksperimen 2

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1		1	1		1	1		2	1	
1	2	1	37. 5	2	1	37. 5	0	1	12. 5	2	1	37. 5	0	0	0	2	0	25
2	2	2	50	2	2	50	0	1	12. 5	2	1	37. 5	1	1	25	2	1	37. 5
3	3	2	62. 5	2	1	37. 5	1	2	37. 5	2	2	50	1	1	25	1	1	25
4	2	2	50	1	2	37. 5	0	1	12. 5	2	3	62. 5	2	1	37. 5	2	0	25
5	1	1	25	2	2	50	0	1	12. 5	2	2	50	0	0	0	2	0	25
6	3	3	75	2	2	50	1	1	25	2	1	37. 5	1	1	25	1	0	12. 5
7	3	3	75	2	1	37. 5	2	2	50	3	2	62. 5	2	1	37. 5	2	2	50
8	2	0	25	2	3	62. 5	0	1	12. 5	3	2	62. 5	0	0	0	2	0	25
9	3	3	75	2	1	37. 5	2	2	50	2	1	37. 5	1	2	37. 5	3	2	62. 5
10	1	1	25	2	2	50	0	1	12. 5	2	2	50	1	0	12. 5	0	0	0
11	2	2	50	2	3	62. 5	1	2	37. 5	2	1	37. 5	1	1	25	1	1	25
12	3	2	62. 5	3	1	50	1	1	25	2	2	50	0	0	0	3	1	50
13	1	1	25	2	2	50	0	1	12. 5	2	2	50	1	0	12. 5	0	0	0
14	2	2	50	1	0	12. 5	0	2	25	2	2	50	1	1	25	3	1	50
15	2	2	50	1	1	25	1	2	37. 5	3	2	62. 5	0	0	0	2	0	25
16	2	2	50	1	2	37. 5	0	0	0	3	1	50	0	0	0	0	0	0
17	3	3	75	2	1	37. 5	1	2	37. 5	2	2	50	1	1	25	4	1	62. 5
18	2	2	50	3	2	62. 5	2	1	37. 5	2	1	37. 5	2	1	37. 5	2	1	37. 5
19	4	3	87. 5	2	2	50	1	1	25	2	1	37. 5	2	2	50	4	2	75
20	2	2	50	2	1	37. 5	0	1	12. 5	2	1	37. 5	0	0	0	3	0	37. 5
21	1	1	25	2	2	50	0	2	25	3	2	62. 5	1	1	25	2	1	37. 5

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
22	2	2	50	2	2	50	1	2	37. 5	1	2	37. 5	1	0	12. 5	0	0	0
23	4	3	87. 5	2	2	50	1	2	37. 5	2	2	50	1	2	37. 5	2	1	37. 5
24	1	1	25	3	2	62. 5	2	2	50	3	3	75	1	0	12. 5	0	0	0
25	2	3	62. 5	2	1	37. 5	0	2	25	2	0	25	0	0	0	2	0	25
26	3	3	75	1	1	25	1	2	37. 5	3	2	62. 5	1	1	25	2	1	37. 5
27	2	2	50	2	3	62. 5	1	1	25	3	2	62. 5	1	0	12. 5	2	0	25
28	3	3	75	2	2	50	0	2	25	3	2	62. 5	1	2	37. 5	3	0	37. 5
29	2	2	50	3	2	62. 5	1	2	37. 5	2	1	37. 5	1	1	25	3	2	62. 5
30	2	3	62. 5	2	1	37. 5	1	2	37. 5	2	3	62. 5	0	0	0	3	0	37. 5
31	2	2	50	3	3	75	1	1	25	2	1	37. 5	0	0	0	2	0	25
32	4	3	87. 5	2	3	62. 5	2	2	50	3	1	50	1	1	25	2	1	37. 5
33	2	0	25	2	2	50	0	2	25	3	2	62. 5	1	0	12. 5	3	0	37. 5
34	1	1	25	2	1	37. 5	0	3	37. 5	2	3	62. 5	1	0	12. 5	3	0	37. 5
35	3	3	75	2	2	50	1	2	37. 5	3	1	50	1	2	37. 5	2	2	50
36	1	0	12. 5	2	1	37. 5	0	2	25	2	2	50	1	1	25	3	0	37. 5
Rata- rata	52.43		46.53		28.47		50.00		18.75		32.64							

3. Kelompok Kontrol

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3			D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
1	2	2	50	2	1	37.5	0	1	12.5	2	0	25	0	0	0	1	0	12.5
2	3	2	62.5	1	1	25	0	2	25	3	1	50	0	0	0	0	0	0
3	2	2	50	1	1	25	1	1	25	2	1	37.5	1	0	12.5	2	2	50
4	2	1	37.5	2	2	50	2	1	37.5	2	2	50	1	0	12.5	3	0	37.5
5	0	0	0	1	2	37.5	0	1	12.5	3	1	50	0	0	0	2	0	25
6	2	3	62.5	1	1	25	1	3	50	2	4	75	2	1	37.5	2	1	37.5
7	2	2	50	2	1	37.5	1	1	25	2	1	37.5	0	0	0	4	0	50
8	1	1	25	2	2	50	1	1	25	1	0	12.5	1	1	25	2	2	50
9	0	2	25	1	1	25	0	0	0	1	1	25	1	0	12.5	0	0	0
10	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25	2	2	50	1	1	25	2	1	37.5
11	2	1	37.5	1	2	37.5	0	1	12.5	1	0	12.5	0	0	0	1	0	12.5
12	1	1	25	2	3	62.5	2	2	50	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25
13	1	1	25	0	0	0	0	1	12.5	2	1	37.5	0	0	0	2	0	25
14	2	3	62.5	2	1	37.5	1	1	25	2	0	25	0	0	0	1	0	12.5
15	2	2	50	2	1	37.5	2	1	37.5	2	1	37.5	0	1	12.5	2	1	37.5
16	1	2	37.5	1	2	37.5	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	1	0	12.5
17	2	1	37.5	1	1	25	0	1	12.5	1	0	12.5	0	0	0	0	0	0
18	2	2	50	1	2	37.5	1	2	37.5	3	1	50	0	0	0	2	0	25
19	1	1	25	2	1	37.5	1	0	12.5	2	2	50	1	0	12.5	2	1	37.5
20	2	2	50	2	1	37.5	0	0	0	2	0	25	0	0	0	1	0	12.5
21	1	2	37.5	2	2	50	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	2	1	37.5

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3			D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
22	4	0	50	0	1	12. 5	1	1	25	1	2	37. 5	2	0	25	1	0	12. 5
23	1	1	25	1	2	37. 5	1	1	25	2	1	37. 5	0	0	0	2	0	25
24	2	2	50	1	1	25	0	1	12. .5	2	1	37. 5	0	0	0	0	0	0
25	1	1	25	2	1	37. 5	0	1	12. .5	2	2	50	0	0	0	1	1	25
26	2	2	50	1	2	37. 5	2	2	50	2	2	50	1	1	25	3	2	62. 5
27	2	2	50	1	2	37. 5	0	1	12. .5	2	0	25	0	0	0	0	0	0
28	1	1	25	2	1	37. 5	1	2	37. .5	2	1	37. 5	1	0	12. 5	3	1	50
29	2	1	37. 5	2	1	37. 5	1	1	25	2	0	25	1	1	25	2	0	25
30	4	2	75	1	1	25	2	1	37. .5	1	1	25	2	0	25	3	0	37. 5
31	1	0	12. 5	0	2	25	1	1	25	2	1	37. 5	0	0	0	2	0	25
32	1	1	25	2	0	25	0	1	12. .5	2	1	37. 5	0	0	0	1	1	25
33	2	1	37. 5	1	1	25	1	2	37. .5	2	0	25	1	0	12. 5	2	1	37. 5
34	2	1	37. 5	2	1	37. 5	0	1	12. .5	2	1	37. 5	1	1	25	2	2	50
35	1	1	25	2	1	37. 5	0	0	0	2	1	37. 5	0	0	0	2	0	25
36	2	2	50	1	1	25	1	1	25	2	2	50	1	1	25	2	1	37. 5
Rata- rata	38.89		33.68		23.26		36.46		11.46		27.08							

Lampiran 5.6 Hasil *Posttest* Setiap Dimensi KBK

1. Kelompok Eksperimen 1

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	11		14	16		17	19		21	22	
1	4	4	100	3	3	75	4	3	87.5	3	2	62.5	3	2	62.5	4	2	75
2	4	4	100	4	3	87.5	4	3	87.5	3	4	87.5	4	4	100	1	2	37.5
3	3	3	75	2	3	62.5	4	3	87.5	2	4	75	4	2	75	2	2	50
4	4	4	100	4	3	87.5	4	3	87.5	3	4	87.5	4	2	75	3	3	75
5	4	4	100	3	3	75	4	2	75	3	3	75	4	1	62.5	4	1	62.5
6	4	4	100	3	3	75	3	2	62.5	3	3	75	4	2	75	4	1	62.5
7	4	4	100	4	4	100	4	3	87.5	4	4	100	4	3	87.5	4	4	100
8	4	4	100	2	4	75	2	2	50	4	3	87.5	2	1	37.5	3	2	62.5
9	4	4	100	3	3	75	2	3	62.5	3	2	62.5	2	2	50	3	2	62.5
10	4	4	100	2	3	62.5	4	3	87.5	3	2	62.5	4	2	75	4	2	75
11	4	4	100	3	3	75	2	3	62.5	3	3	75	4	1	62.5	4	2	75
12	4	4	100	2	3	62.5	3	3	75	4	3	87.5	4	2	75	3	2	62.5
13	4	4	100	3	3	75	4	2	75	3	3	75	4	1	62.5	2	1	37.5
14	4	4	100	3	3	75	3	4	87.5	4	3	87.5	4	4	100	2	2	50
15	4	3	87.5	3	4	87.5	3	2	62.5	3	3	75	3	1	50	3	2	62.5
16	4	4	100	3	3	75	4	3	87.5	2	4	75	4	4	100	2	1	37.5
17	4	4	100	3	4	87.5	2	3	62.5	3	2	62.5	4	4	100	3	2	62.5
18	4	4	100	4	3	87.5	1	3	50	3	2	62.5	4	2	75	4	2	75
19	4	4	100	4	4	100	2	3	62.5	3	3	75	2	2	50	4	3	87.5
20	4	4	100	2	3	62.5	3	3	75	3	2	62.5	4	2	75	2	2	50

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
21	4	4	10 0	4	3	87. 5	3	2	62. 5	3	3	75	4	2	75	3	1	50
22	4	4	10 0	2	3	62. 5	4	3	87. 5	3	3	75	4	4	10 0	3	3	75
23	4	4	10 0	4	4	10 0	3	4	87. 5	4	4	10 0	3	4	87. 5	3	4	87. 5
24	4	4	10 0	3	4	87. 5	2	4	75	4	2	75	4	4	10 0	4	2	75
25	4	4	10 0	3	3	75	3	3	75	3	2	62. 5	4	2	75	4	1	62. 5
26	4	4	10 0	4	4	10 0	3	3	75	4	2	75	2	4	75	4	2	75
27	4	4	10 0	3	3	75	4	2	75	2	3	62. 5	4	2	75	2	2	50
28	4	4	10 0	3	4	87. 5	3	4	87. 5	4	4	10 0	4	4	10 0	3	4	87. 5
29	4	4	10 0	2	3	62. 5	2	2	50	3	3	75	4	2	75	4	1	62. 5
30	4	4	10 0	3	4	87. 5	4	3	87. 5	2	2	50	4	1	62. 5	4	3	87. 5
31	4	4	10 0	4	4	10 0	4	3	87. 5	2	3	62. 5	4	3	87. 5	2	2	50
32	3	3	75	2	3	62. 5	2	3	62. 5	2	4	75	4	1	62. 5	2	1	37. 5
33	4	4	10 0	3	4	87. 5	4	4	10 0	3	2	62. 5	4	2	75	4	2	75
34	4	3	87. 5	3	4	87. 5	3	3	75	4	3	87. 5	4	3	87. 5	1	1	25
Rata- rata	97.79			80.15			75.37			75.00			76.10			63.60		

2. Kelompok Ekperimen 2

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
1	4	4	100	3	4	87.5	2	3	50	3	3	75	3	1	50	3	2	62.5
2	4	4	100	2	3	62.5	1	3	50	3	3	75	3	3	75	2	2	50
3	4	3	87.5	3	3	75	2	3	62.5	2	3	62.5	3	3	75	2	1	37.5
4	3	4	87.5	3	3	75	3	3	75	3	3	75	3	1	50	2	1	37.5
5	4	4	100	3	3	75	2	3	62.5	2	2	50	1	1	25	3	1	50
6	4	4	100	3	3	75	4	2	87.5	3	3	75	2	3	62.5	2	1	37.5
7	4	3	87.5	3	3	75	4	3	87.5	4	1	62.5	4	3	87.5	2	2	50
8	4	4	100	3	3	75	2	3	50	3	3	75	3	1	50	2	2	50
9	4	3	87.5	3	3	75	4	3	75	4	2	75	3	3	75	4	2	75
10	4	4	100	3	2	62.5	4	3	87.5	2	3	62.5	3	1	50	3	1	50
11	4	4	100	3	4	87.5	2	3	62.5	2	3	62.5	3	4	87.5	3	1	50
12	3	3	75	4	3	87.5	2	3	62.5	4	3	87.5	4	4	100	4	2	75
13	3	3	75	2	3	62.5	2	2	62.5	3	1	50	1	0	12.5	2	1	37.5
14	4	4	100	3	3	75	1	2	50	2	3	62.5	3	1	50	3	1	50
15	3	4	87.5	3	4	87.5	1	3	37.5	4	3	87.5	2	4	75	2	2	50
16	3	4	87.5	3	2	62.5	2	3	62.5	3	3	75	4	2	75	2	0	25
17	4	4	100	3	3	75	4	3	87.5	4	2	75	4	3	87.5	4	2	75
18	4	4	100	3	2	62.5	2	3	62.5	2	3	62.5	3	1	50	4	1	62.5
19	4	4	100	3	4	87.5	4	3	87.5	3	4	87.5	3	4	87.5	4	2	75
20	3	3	75	2	3	62.5	2	2	62.5	3	1	50	1	1	25	2	2	50
21	4	4	100	2	3	62.5	2	3	50	4	3	87.5	2	3	62.5	2	2	50

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
22	4	4	10 0	3	4	87. 5	2	3	62. 5	3	3	75	3	3	75	2	2	50
23	4	4	10 0	4	3	87. 5	4	3	87. 5	2	2	50	1	4	62. 5	2	1	37. 5
24	4	3	87. 5	3	3	75	2	3	62. 5	3	3	75	2	1	37. 5	3	1	50
25	4	4	10 0	3	3	75	4	3	87. 5	2	1	37. 5	1	3	50	2	2	50
26	3	3	75	2	3	62. 5	2	2	62. 5	3	1	50	1	1	25	2	2	50
27	4	4	10 0	2	3	62. 5	2	3	62. 5	4	2	75	2	2	50	2	1	37. 5
28	4	4	10 0	3	4	87. 5	3	3	62. 5	3	2	62. 5	1	4	62. 5	3	1	50
29	4	4	10 0	3	2	62. 5	4	3	87. 5	2	3	62. 5	3	1	50	3	2	62. 5
30	4	3	87. 5	3	3	75	2	3	75	3	4	87. 5	2	1	37. 5	3	1	50
31	3	4	87. 5	3	4	87. 5	3	3	75	3	2	62. 5	1	4	62. 5	3	1	50
32	4	3	87. 5	3	4	87. 5	3	3	37. 5	3	2	62. 5	2	2	50	3	1	50
33	4	4	10 0	2	2	50	1	2	12. 5	3	3	75	4	0	50	3	2	62. 5
34	4	4	10 0	3	2	62. 5	2	3	25	2	3	62. 5	3	1	50	3	2	62. 5
35	4	4	10 0	3	4	87. 5	4	4	50	3	2	62. 5	2	4	75	3	3	75
36	4	4	10 0	3	2	62. 5	2	3	25	2	3	62. 5	3	1	50	3	1	50
Rata- rata	93.75			73.96			62.5			67.71			58.33			52.43		

3. Kelompok Kontrol

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
1	3	4	87. 5	3	3	75	2	2	62. 5	3	1	50	2	1	37. 5	3	1	50
2	3	4	87. 5	3	3	75	3	2	62. 5	3	1	50	1	0	12. 5	3	0	37. 5
3	4	2	75	3	3	75	4	1	62. 5	2	1	37. 5	1	0	12. 5	2	4	75
4	4	4	10 0	3	3	75	4	2	50	2	2	50	1	1	25	3	1	50
5	4	4	10 0	3	2	62. 5	3	2	62. 5	3	1	50	1	1	25	3	1	50
6	3	4	87. 5	2	3	62. 5	4	3	75	2	4	75	2	1	37. 5	4	1	62. 5
7	4	4	10 0	3	3	75	3	2	75	2	1	37. 5	1	1	25	4	2	75
8	2	3	62. 5	3	4	87. 5	4	1	62. 5	3	2	62. 5	1	1	25	2	2	50
9	4	4	10 0	3	2	62. 5	3	0	62. 5	2	1	37. 5	1	0	12. 5	3	1	50
10	3	2	62. 5	2	3	62. 5	4	2	62. 5	3	2	62. 5	1	1	25	4	1	62. 5
11	4	4	10 0	3	2	62. 5	3	2	50	3	4	87. 5	2	1	37. 5	3	2	62. 5
12	4	4	10 0	3	4	87. 5	4	3	75	2	2	50	2	1	37. 5	3	1	50
13	3	2	62. 5	1	2	37. 5	1	1	50	3	1	50	1	1	25	4	4	10 0
14	3	4	87. 5	3	3	75	4	2	62. 5	4	2	75	1	1	25	3	1	50
15	4	2	75	3	3	75	3	1	50	4	2	75	1	1	25	3	2	62. 5
16	4	4	10 0	4	3	87. 5	3	1	62. 5	3	2	62. 5	1	1	25	3	2	62. 5
17	3	2	62. 5	3	3	75	1	2	37. 5	3	1	50	2	1	37. 5	3	1	50
18	4	4	10 0	3	4	87. 5	2	3	50	3	1	50	1	1	25	2	1	37. 5
19	4	2	75	3	3	75	4	1	75	2	2	50	1	1	25	3	1	50
20	3	2	62. 5	3	1	50	4	1	87. 5	3	1	50	1	0	12. 5	3	4	87. 5
21	1	3	50	3	3	75	2	2	50	2	1	37. 5	1	0	12. 5	4	1	62. 5

No Resp	D1		To tal	D2		To tal	D3		To tal	D4		To tal	D5		To tal	D6		To tal
	3	4		5	7		9	1 1		1 4	1 6		1 7	1 9		2 1	1 2	
22	4	1	62. 5	3	3	75	4	2	87. 5	1	3	50	3	1	50	3	2	62. 5
23	2	4	75	3	4	87. 5	2	2	37. 5	2	2	50	1	1	25	3	0	37. 5
24	4	4	10 0	3	4	87. 5	1	2	37. 5	3	1	50	2	1	37. 5	4	1	62. 5
25	2	2	50	3	3	75	2	3	62. 5	3	2	62. 5	2	1	37. 5	4	1	62. 5
26	4	4	10 0	3	3	75	4	2	75	2	3	62. 5	1	1	25	4	2	75
27	2	3	62. 5	2	3	62. 5	1	3	25	4	1	62. 5	1	1	25	2	1	37. 5
28	3	3	75	3	4	87. 5	3	1	62. 5	3	2	62. 5	1	1	25	3	1	50
29	3	2	62. 5	3	3	75	1	2	37. 5	4	1	62. 5	2	1	37. 5	2	2	50
30	4	4	10 0	3	3	75	4	3	62. 5	3	2	62. 5	4	1	62. 5	4	1	62. 5
31	3	2	62. 5	3	3	75	3	2	50	4	1	62. 5	1	1	25	2	1	37. 5
32	2	3	62. 5	2	3	62. 5	2	1	25	3	2	62. 5	2	1	37. 5	3	2	62. 5
33	4	2	75	1	3	50	2	2	25	3	1	50	1	0	12. 5	4	3	87. 5
34	4	2	75	3	3	75	4	2	50	3	3	75	3	1	50	3	2	62. 5
35	4	3	87. 5	3	2	62. 5	3	1	37. 5	2	1	37. 5	1	1	25	3	0	37. 5
36	4	3	87. 5	3	2	62. 5	3	1	37. 5	3	1	50	1	1	25	3	1	50
Rata- rata	79.86			71.88			55.56			55.9			28.47			57.64		

LAMPIRAN VI
HASIL UJI ASUMSI DAN UJI HIPOTESIS

Lampiran 6.1	<i>Output SPSS Analisis Uji Deskriptif</i>
Lampiran 6.2	<i>Output SPSS Analisis Uji Normalitas</i>
Lampiran 6.3	<i>Output SPSS Analisis Uji Homogenitas</i>
Lampiran 6.4	<i>Output SPSS Analisis Uji Linieritas</i>
Lampiran 6.5	<i>Output SPSS Analisis Uji ANACOVA Satu Jalur</i>
Lampiran 6.6	Analisis Uji Lanjut LSD

Lampiran 6.1 *Output SPSS Analisis Uji Deskriptif*

Case Processing Summary							
	Kelompok	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pretest	PBL Blended Learning	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%
	PBL	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
	Konvensional	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
Posttest	PBL Blended Learning	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%
	PBL	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
	Konvensional	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%

Descriptives					
	Kelompok			Statistic	Std. Error
Pretest	PBL Blended Learning	Mean		36.2824	1.53926
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	33.1507	
			Upper Bound	39.4140	
		5% Trimmed Mean		35.8758	
		Median		35.4000	
		Variance		80.557	
		Std. Deviation		8.97534	
		Minimum		20.80	
		Maximum		62.50	
		Range		41.70	
		Interquartile Range		8.82	
		Skewness		.717	.403
		Kurtosis		1.189	.788
	PBL	Mean		38.1444	1.44434
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	35.2123	
			Upper Bound	41.0766	
		5% Trimmed Mean		38.0994	
		Median		37.5000	
		Variance		75.100	
		Std. Deviation		8.66604	
		Minimum		22.90	
		Maximum		54.20	
		Range		31.30	
		Interquartile Range		14.00	
		Skewness		.137	.393

	Konvensional	Kurtosis		-.847	.768
		Mean		28.4667	1.35283
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	25.7203	
			Upper Bound	31.2131	
		5% Trimmed Mean		28.2093	
		Median		29.2000	
		Variance		65.886	
		Std. Deviation		8.11700	
		Minimum		14.60	
		Maximum		47.90	
		Range		33.30	
		Interquartile Range		12.50	
		Skewness		.293	.393
		Kurtosis		-.225	.768
Posttest	PBL Blended Learning	Mean		78.0029	1.28161
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	75.3955	
			Upper Bound	80.6104	
		5% Trimmed Mean		77.7771	
		Median		77.1000	
		Variance		55.846	
		Std. Deviation		7.47300	
		Minimum		62.50	
		Maximum		95.80	
		Range		33.30	
		Interquartile Range		10.92	
		Skewness		.589	.403
		Kurtosis		.457	.788
	PBL	Mean		68.9889	1.39745
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	66.1519	
			Upper Bound	71.8259	
		5% Trimmed Mean		69.1321	
		Median		68.8000	
		Variance		70.303	
		Std. Deviation		8.38471	
		Minimum		47.90	
		Maximum		87.50	
		Range		39.60	
		Interquartile Range		8.30	
		Skewness		-.236	.393
		Kurtosis		.917	.768
	Konvensional	Mean		58.7500	1.10778

		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	56.5011	
			Upper Bound	60.9989	
		5% Trimmed Mean		58.5512	
		Median		58.3000	
		Variance		44.179	
		Std. Deviation		6.64670	
		Minimum		47.90	
		Maximum		75.00	
		Range		27.10	
		Interquartile Range		8.30	
		Skewness		.510	.393
		Kurtosis		-.379	.768



Lampiran 6.2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	PBL Blended Learning	.121	34	.200*	.961	34	.259
	PBL	.128	36	.146	.960	36	.219
	Konvensional	.133	36	.107	.961	36	.226
Posttest	PBL Blended Learning	.127	34	.183	.950	34	.119
	PBL	.134	36	.103	.956	36	.162
	Konvensional	.142	36	.064	.947	36	.086

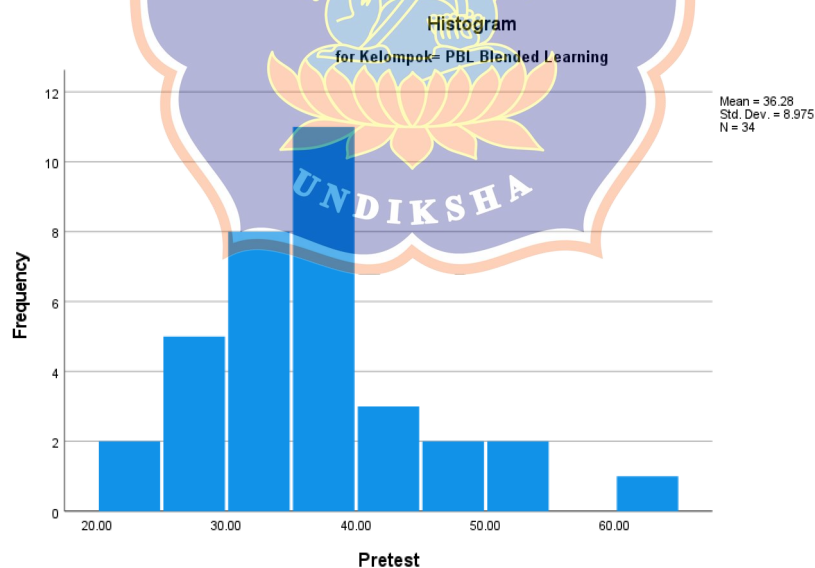
*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

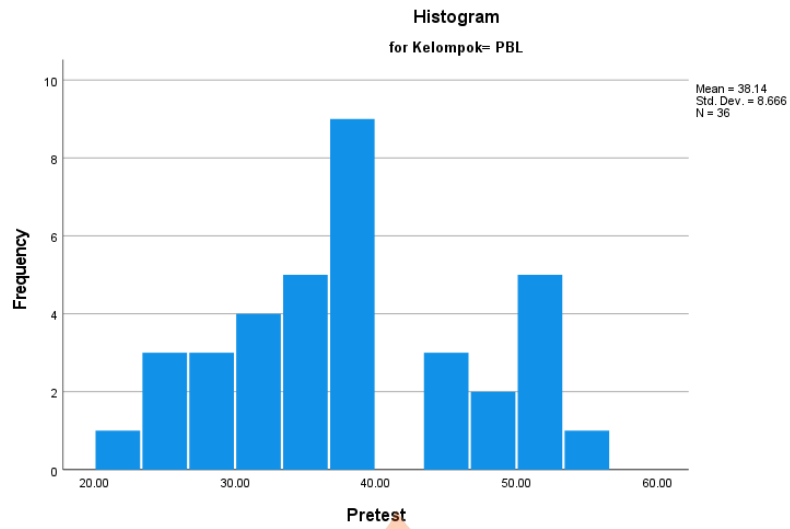
Data *pretest* dan *posttest* yang diperoleh oleh masing-masing kelompok dapat dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05.

Histogram

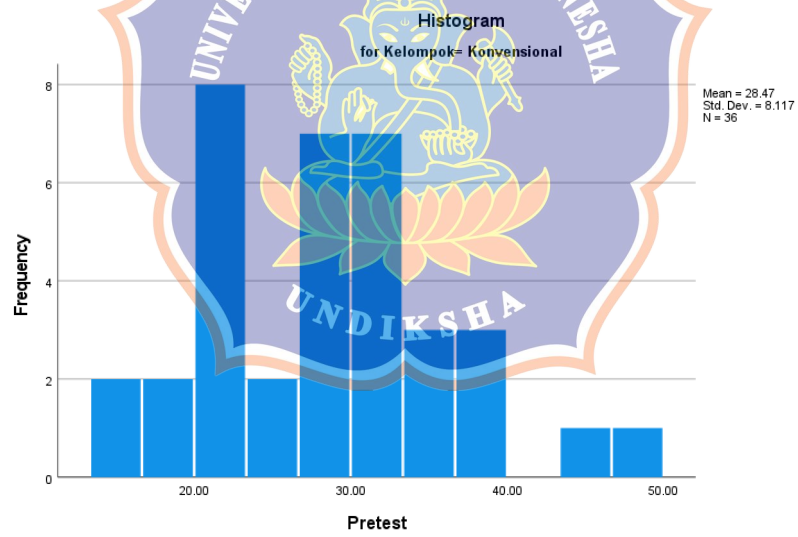
a) *Pretest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



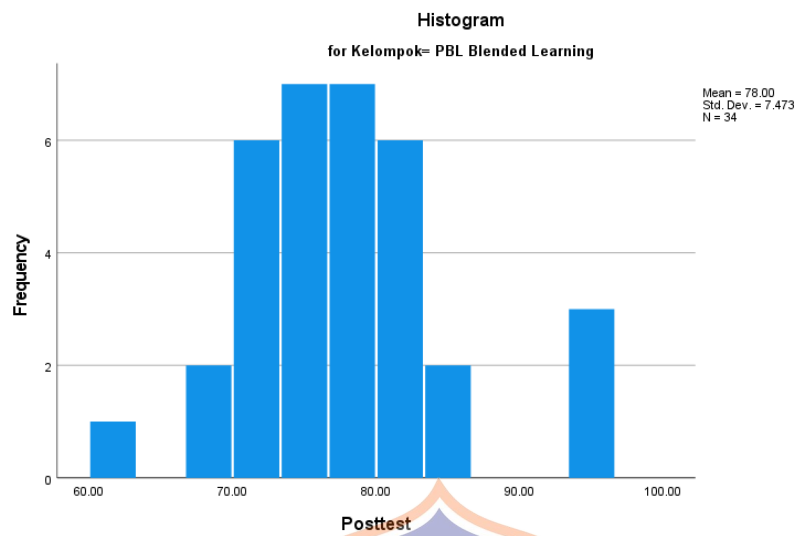
b) *Pretest Model Problem Based Learning*



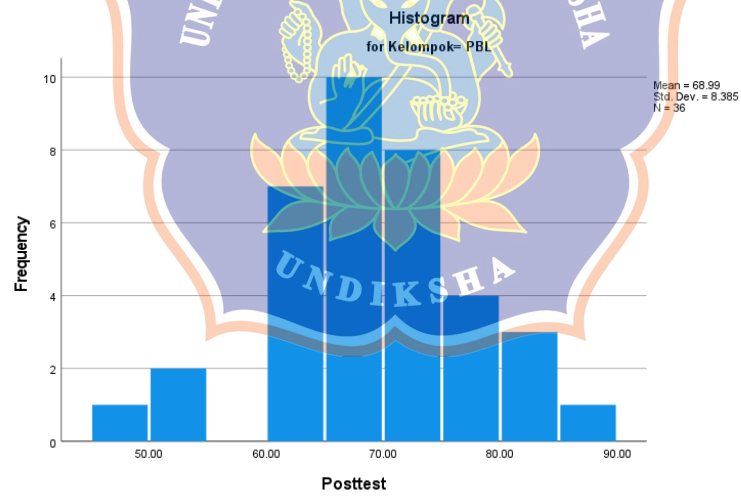
c) *Pretest Model Pembelajaran Konvensional*



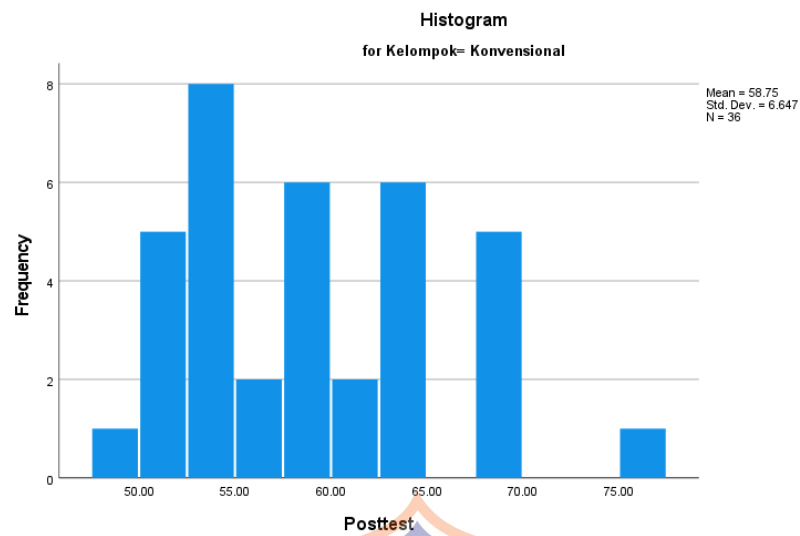
d) *Posttest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



e) *Posttest Model Problem Based Learning*

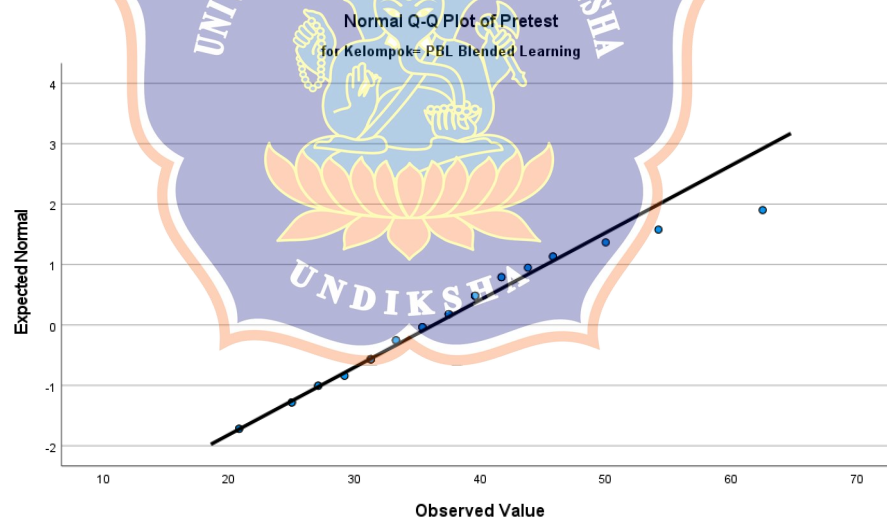


f) *Posttest Model Pembelajaran Konvensional*

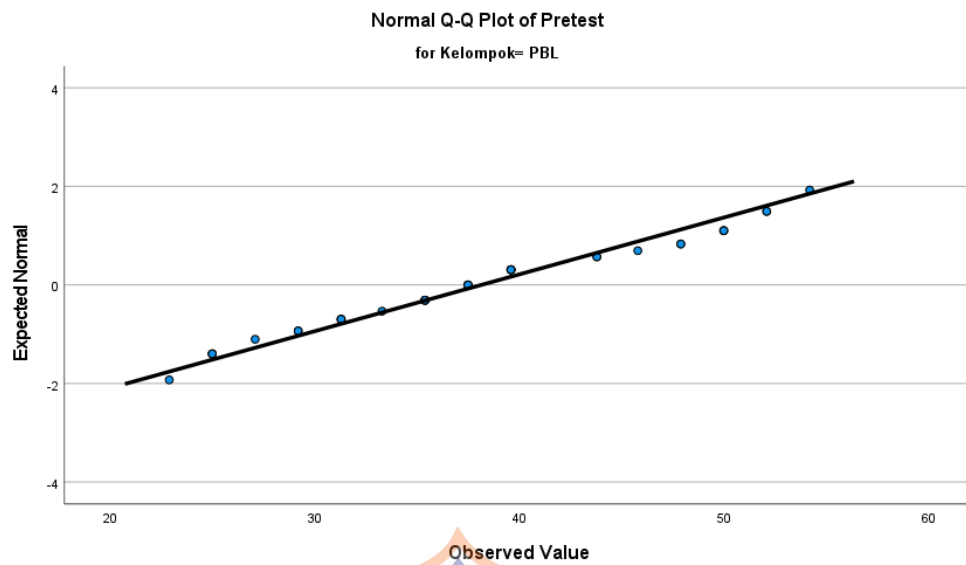


Normal Q-Q Plots

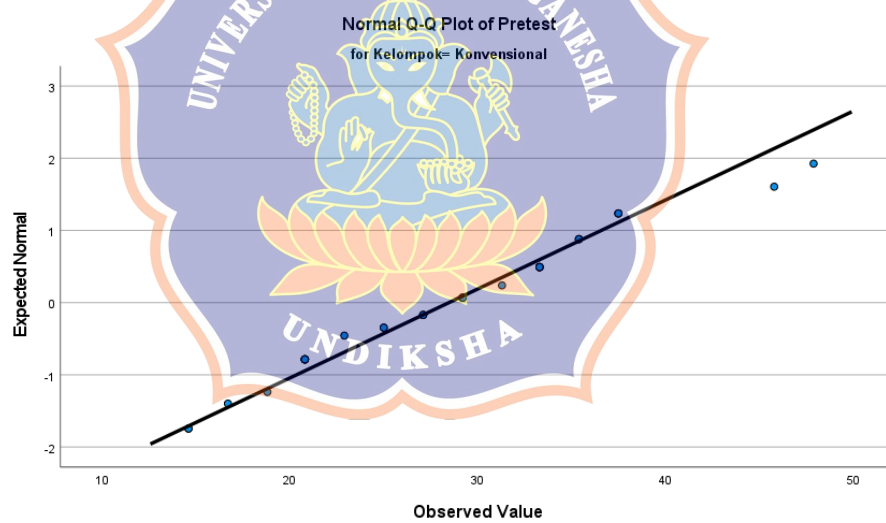
a) *Pretest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



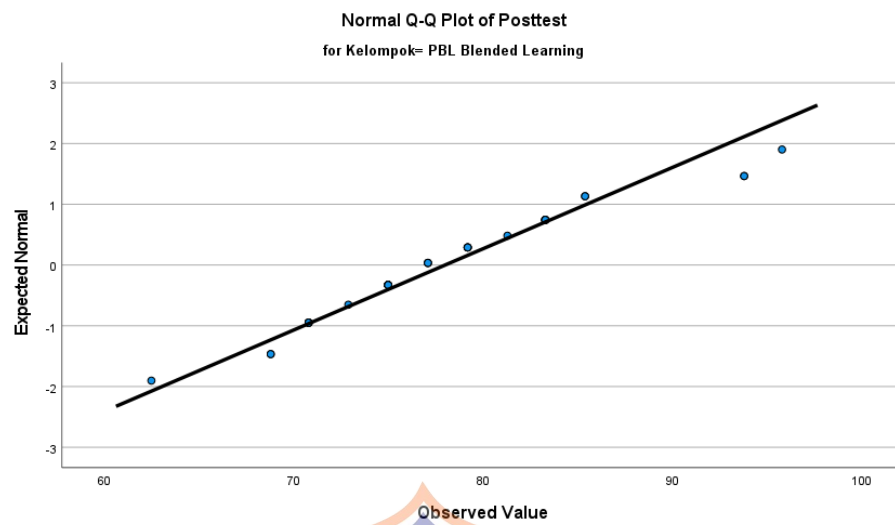
b) *Pretest Model Problem Based Learning*



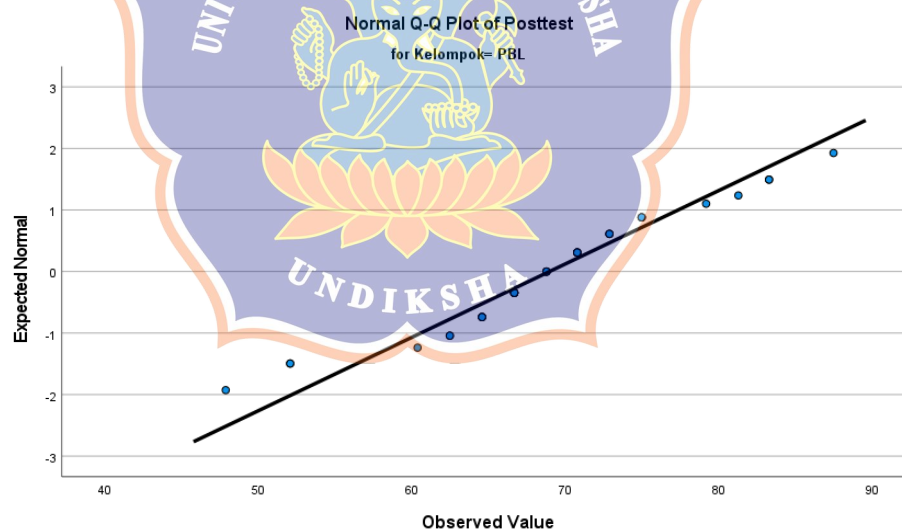
c) *Pretest Model Pembelajaran Konvensional*



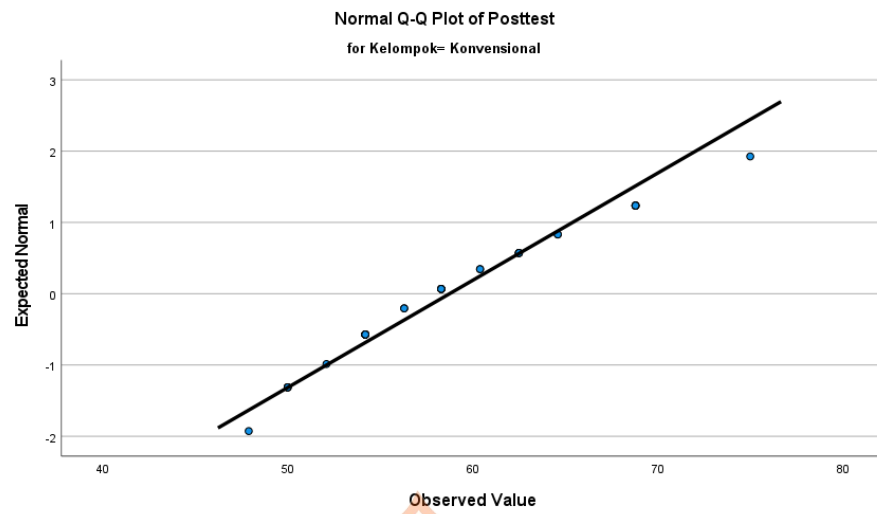
d) *Posttest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



e) *Posttest Model Problem Based Learning*

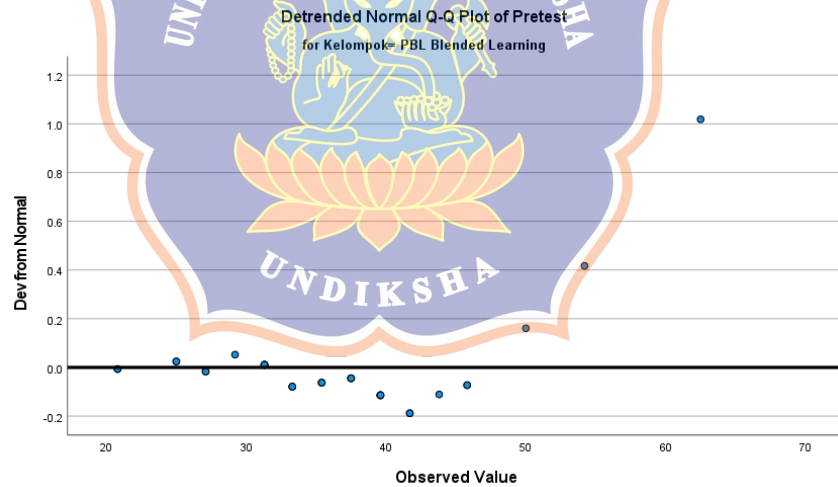


f) *Posttest Model Pembelajaran Konvensional*

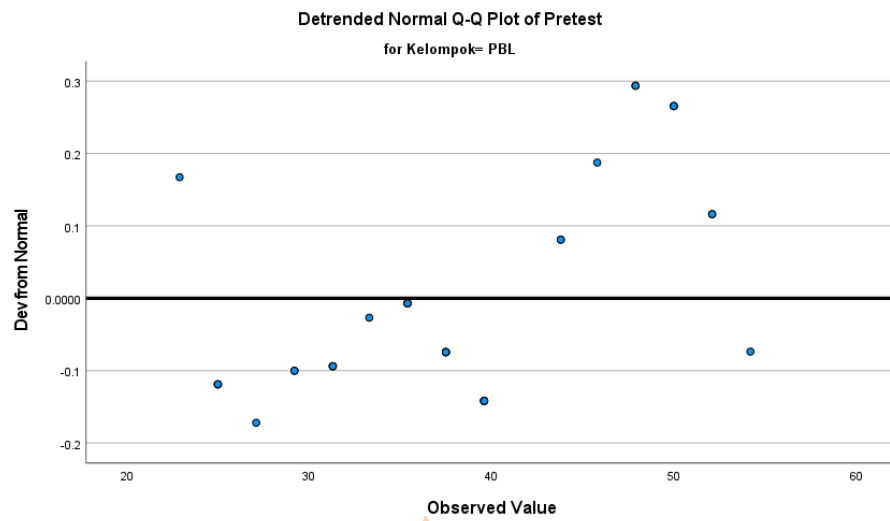


Detrended Normal Q-Q Plots

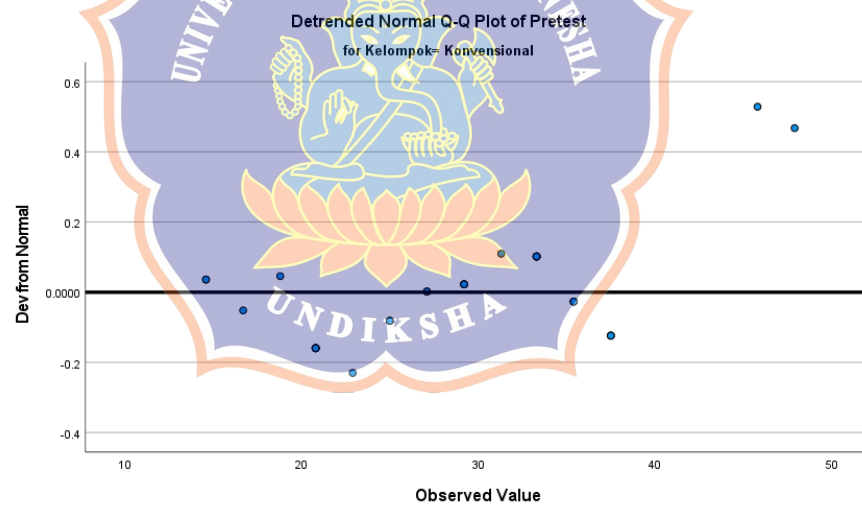
a) *Pretest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



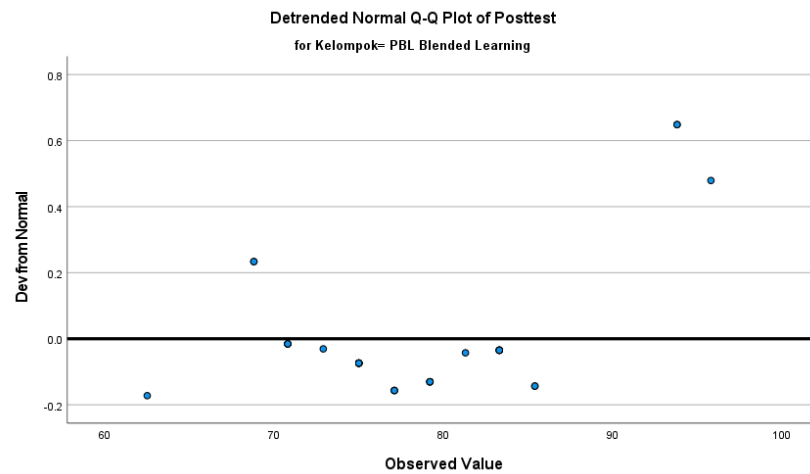
b) *Pretest Model Problem Based Learning*



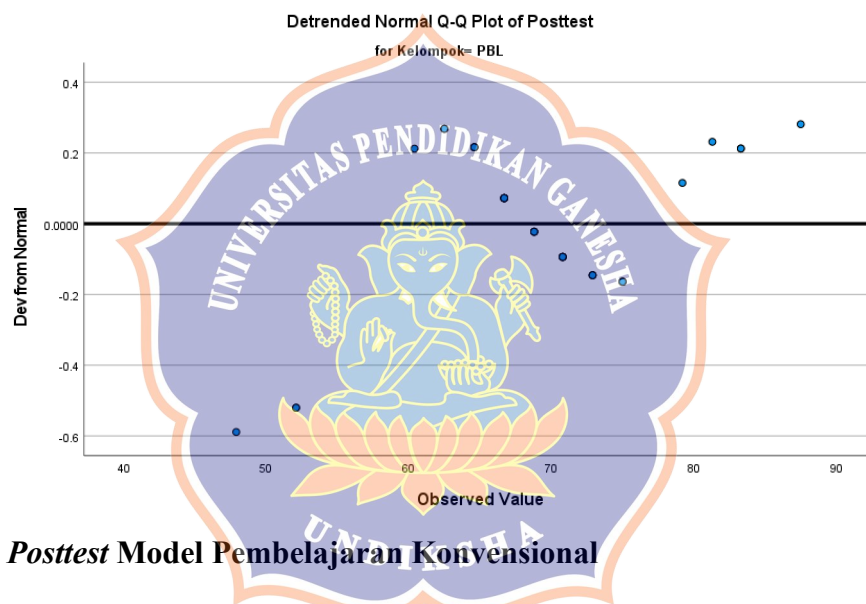
c) *Pretest Model Pembelajaran Konvensional*



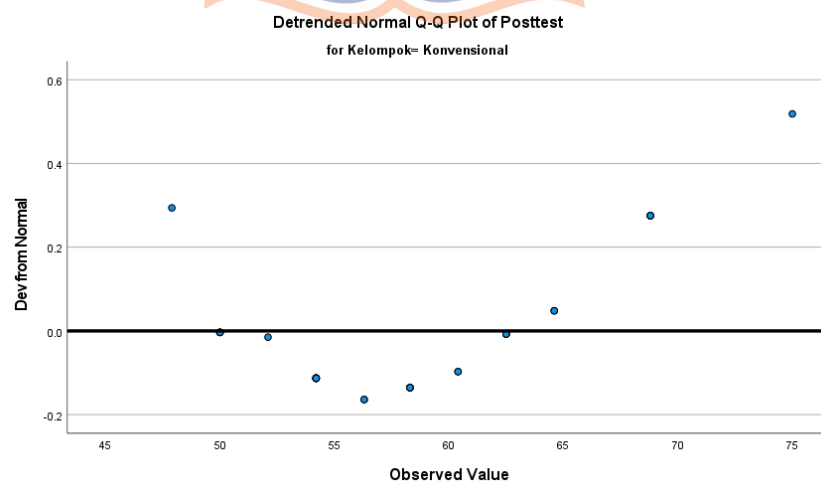
d) *Posttest Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning*



e) *Posttest Model Problem Based Learning*



f) *Posttest Model Pembelajaran Konvensional*



Lampiran 6.3 *Output SPSS Analisis Uji Homogenitas*

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.036	2	103	.964
	Based on Median	.028	2	103	.972
	Based on Median and with adjusted df	.028	2	99.395	.972
	Based on trimmed mean	.033	2	103	.968
Posttest	Based on Mean	.181	2	103	.835
	Based on Median	.209	2	103	.812
	Based on Median and with adjusted df	.209	2	94.640	.812
	Based on trimmed mean	.210	2	103	.811

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan *Levene Test*, nilai signifikansi data *pretest* berdasarkan *Based on Mean* diperoleh sebesar 0,964 dan data *posttest* sebesar 0,835. Seluruh nilai signifikansi dari ketiga kelompok baik pada data *pretest* maupun *posttest* menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data ketiga kelompok dinyatakan homogen.

Lampiran 6.4 *Output SPSS Analisis Uji Linieritas*

Case Processing Summary						
	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest * Pretest	106	100.0%	0	0.0%	106	100.0%

Report			
Posttest			
Pretest	Mean	N	Std. Deviation
14.60	51.0500	2	1.48492
16.70	50.0000	1	.
18.80	68.8000	1	.
20.80	59.0333	9	9.42536
22.90	61.4500	2	4.45477
25.00	63.9857	7	10.46604
27.10	67.0167	6	11.27802
29.20	61.6286	7	11.05859
31.30	68.7556	9	5.98835
33.30	66.0400	10	8.44514
35.40	65.7273	11	9.47798
37.50	71.0500	10	5.50802
39.60	74.6000	10	7.20463
41.70	77.1000	2	2.96985
43.80	67.3667	3	15.61068
45.80	79.6750	4	12.51915
47.90	75.0000	3	7.47462
50.00	79.1500	4	5.89265
52.10	71.9000	2	4.38406
54.20	90.6500	2	4.45477
62.50	93.8000	1	.
Total	68.4028	106	10.84524

ANOVA Table					
			Mean Square	F	Sig.
Posttest * Pretest	Between Groups	(Combined)	290.083	3.765	.000
		Linearity	4552.256	59.090	.000
		Deviation from Linearity	65.758	.854	.639
	Within Groups		77.040		
	Total				

Measures of Association				
	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Posttest * Pretest	.607	.369	.685	.470

Berdasarkan hasil uji linieritas, nilai signifikansi pada bagian *Deviation from Linearity* diperoleh sebesar $0,639 > 0,05$ sehingga data dinyatakan linier, dan nilai signifikansi pada bagian *Linearity* diperoleh sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga koefisien arah regresi dinyatakan berarti.



Lampiran 6.5 Output SPSS Analisis Uji ANACOVA Satu Jalur

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Kelompok	1	PBL Blended Learning	34
	2	PBL	36
	3	Konvensional	36

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	8417.280 ^a	3	2805.760	72.770	<.001	.682
Intercept	16040.322	1	16040.322	416.023	<.001	.803
Pretest	1917.026	1	1917.026	49.720	<.001	.328
Kelompok	3865.024	2	1932.512	50.122	<.001	.496
Error	3932.749	102	38.556			
Total	508318.430	106				
Corrected Total	12350.029	105				

a. R Squared = .682 (Adjusted R Squared = .672)

Berdasarkan hasil pengujian ANCOVA, nilai signifikansi pada *pretest* dan kelompok pembelajaran masing-masing menunjukkan nilai lebih kecil dari 0,05. Nilai signifikansi kelompok diperoleh sebesar 0,000 dengan F_{hitung} sebesar 50,122. F_{hitung} yang diperoleh signifikan, artinya H_1 diterima dan H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan keterampilan berpikir kritis antara kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning*, kelompok PBL, dan kelompok *Inquiry* Terbimbing. Dilihat perbandingan antara nilai F_{hitung} dengan hasil nilai F_{tabel} , jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan H_1 diterima dan H_0 ditolak.

Lampiran 6.6 Analisis Uji Lanjut LSD

1. *Output Hasil Uji LSD*

Estimates

Dependent Variable: Posttest

Kelompok	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PBL Blended Learning	76.987 ^a	1.075	74.855	79.118
PBL	67.037 ^a	1.071	64.912	69.162
Konvensional	61.661 ^a	1.114	59.451	63.871

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values:

Pretest = 34.2604.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Posttest

(I) Kelompok	(J) Kelompok	95% Confidence Interval for Difference Upper Bound
PBL Blended Learning	PBL	12.907
	Konvensional	18.471
PBL	PBL Blended Learning	-6.993
	Konvensional	8.585
Konvensional	PBL Blended Learning	-12.180
	PBL	-2.167

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Posttest

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	3865.024	2	1932.512	50.122	<.001	.496
Error	3932.749	102	38.556			

The F tests the effect of Kelompok. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Perhitungan LSD

Perolehan LSD yang di hitung secara manual sebesar dengan persamaan sebagai berikut.

Keterangan:

α : Taraf signifikan

N : Jumlah sampel total

a : Jumlah kelompok

MS_E : Mean square error

n_i, n_j : Jumlah Sampel Kelompok

Nilai $t_{tabel} = t_{0,025;103} = 1,983$ Berdasarkan analisis kovarian satu jalur diperoleh nilai MS_E sebesar 38,556 sehingga nilai LSD, yaitu:

LSD 1 PBL Blended Learning (n = 34) vs PBL (n = 36)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = t_{0,025;103} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \left(\frac{1}{34} + \frac{1}{36} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556(0,0294 + 0,0278)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \times 0,0572}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{2,2054}$$

$$LSD = 1,983 \times 1,4851$$

$$\mathbf{LSD = 2,945}$$

LSD 2 PBL *Blended Learning* (n = 34) vs *Inquiry* Terbimbing (n = 36)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = t_{0,025;103} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \left(\frac{1}{34} + \frac{1}{36} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \times 0,0572}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{2,2054}$$

$$LSD = 1,983 \times 1,4851$$

$$\mathbf{LSD = 2,945}$$

LSD 3 PBL (n = 36) vs *Inquiry* Terbimbing (n = 36)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = t_{0,025;103} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \left(\frac{1}{36} + \frac{1}{36} \right)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556(0,0278 + 0,0278)}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{38,556 \times 0,0556}$$

$$LSD = 1,983 \sqrt{2,1437}$$

$$LSD = 1,983 \times 1,4641$$

$$\mathbf{LSD = 2,903}$$

Berdasarkan hasil perhitungan uji lanjut LSD secara manual maupun menggunakan SPSS, diperoleh bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga kelompok pembelajaran. Nilai *Mean Difference* antara kelompok PBL

Berbantuan *Blended Learning* dengan kelompok PBL sebesar 9,950 lebih besar dari nilai LSD 2,945, kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* dengan kelompok *Inquiry* Terbimbing sebesar 15,326 lebih besar dari nilai LSD 2,945, serta kelompok PBL dengan kelompok *Inquiry* Terbimbing sebesar 5,376 lebih besar dari nilai LSD 2,903. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PBL Berbantuan *Blended Learning* memberikan pengaruh paling tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan kelompok PBL maupun kelompok *Inquiry* Terbimbing.



LAMPIRAN VII
DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

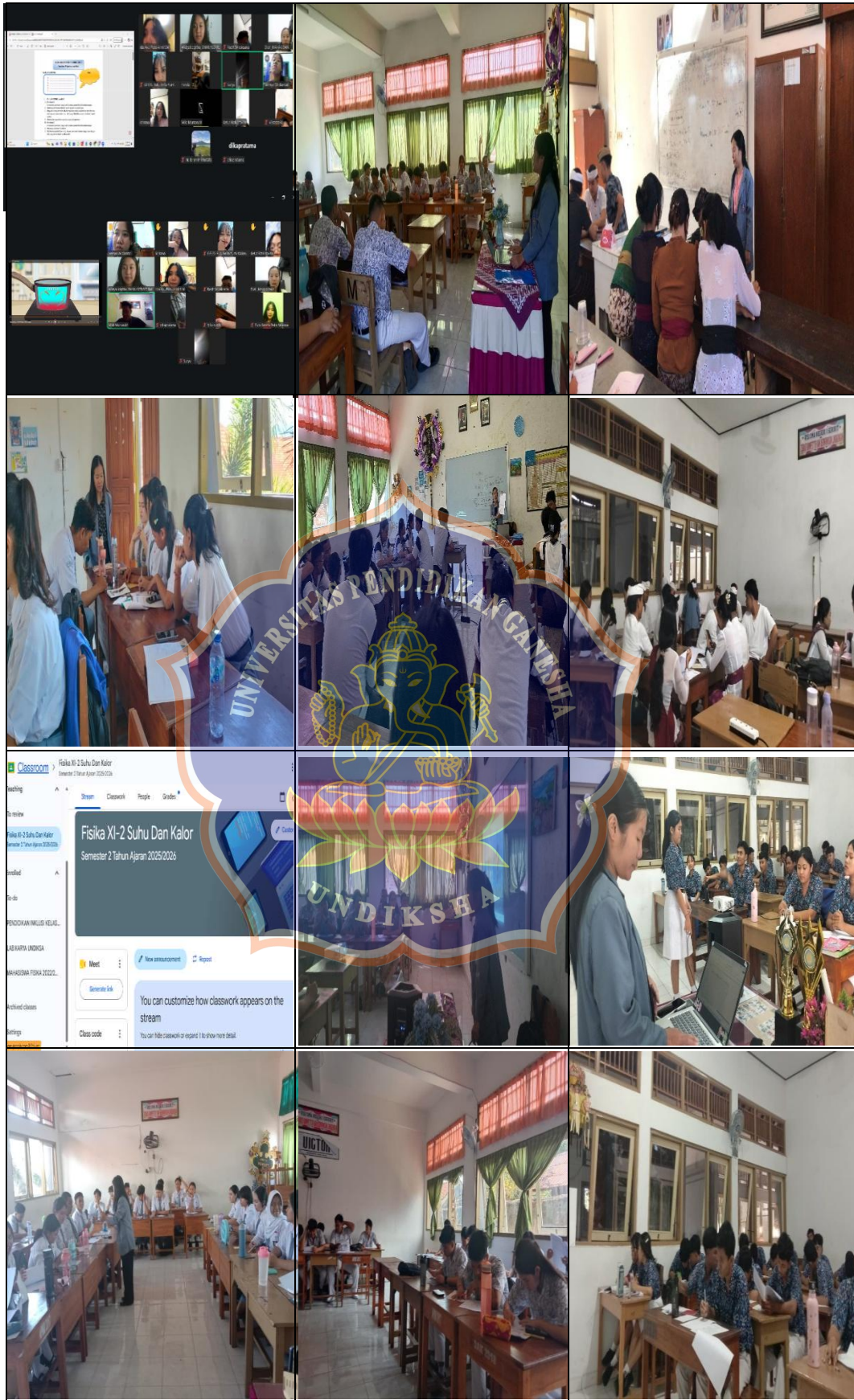


- | | |
|--------------|---|
| Lampiran 7.1 | Dokumentasi Uji Coba Instrumen |
| Lampiran 7.2 | Dokumentasi Kegiatan Penelitian |
| Lampiran 7.3 | Surat Keterangan melakukan Uji Instrumen
Di SMA N. 4 Singaraja |
| Lampiran 7.4 | Surat Keterangan Melakukan Penelitian |
| Lampiran 7.4 | Surat Terima Penelitian SMA 1 Seririt |

Lampiran 7.1 Dokumentasi Uji Coba Instrumen

Lampiran 7.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian





Lampiran 7.3 Surat Ijin melakukan Uji Instrumen Di SMA N. 4 Singaraja



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FISIKA DAN PENGAJARAN IPA
 Jalan Udayana Singaraja-Bali 81116 Tlp. (0362) 22570 - (0362) 25735
 Laman: www.undiksha.ac.id

Nomor : 61/UN48.9.6/PT.01.04/2026
 Lampiran : -
 Perihal : Surat Ijin Penelitian
 Kepada :
 Yth. : Kepala SMAN 4 Singaraja
 di
 Tempat

Dengan hormat, dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi, bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan ijin melakukan observasi terkait penelitian kepada mahasiswa berikut:

Nama : Dial Seroza Zalukhu
 NIM : 2213021009
 Program Studi : S1 Pendidikan Fisika
 Judul Penelitian : Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbasis Blended Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Siswa

Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
 Ketua Jurusan Fisika dan Pengajaran
 IPA



Prof. Dr. Rai Sujanem, M.Si.
 NIP. 196410311992031002

Lampiran 7.4 Surat Keterangan Melakukan Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FISIKA DAN PENGAJARAN IPA
 Jalan Udayana Singaraja-Bali 81116 Tlp. (0362) 22570 . (0362) 25735
 Laman: www.undiksha.ac.id

Nomor : 40/UN48.9.6/PT.01.04/2026
 Lampiran : -
 Perihal : Surat Ijin Penelitian

Singaraja, 10 Februari 2026

Kepada

Yth. : Kepala SMA Negeri 1 Seririt
 di

Tempat

Dengan hormat, dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi, bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan ijin melakukan uji instrument terkait penelitian kepada mahasiswa berikut:

Nama : Dial Seroza Zalukhu
 NIM : 2213021009
 Program Studi : S1 Pendidikan Fisika
 Judul Penelitian : PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) BERBANTUAN BLENDED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS FISIKA SISWA

Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Prof. Dr. Rai Sujanem, M.Si.
 NIP. 196410311992031002

Lampiran 7.5 Surat Terima Penelitian SMA 1 Seririt



ᨧᩢ᩠ᨦᩈᩬ᩵ᩁᩣ᩠ᨶᩃᩣ᩠ᨾᩮᩥ
 PEMERINTAH PROVINSI BALI
 ᨧᩢ᩠ᨦᩈᩬ᩵ᩁᩣ᩠ᨾᩮᩥᨧᩢ᩠ᨦᩈᩬ᩵ᩁᩣ᩠ᨾᩮᩥ
SMA NEGERI 1 SERIRIT



Jalan Diponegoro No. 100 Seririt, Telepon (0362) 92004
Laman : www.sman1seririt.sch.id E-mail : info@sman1seririt.sch.id

SURAT KETERANGAN

No: B.10.000.9/680/SMAN1Seririt/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Seririt menerangkan bahwa :

Nama : Dial Seroza Zalukhu

NIM : 2213021009

Program Studi : S1 Pendidikan Fisika

Fakultas : FMIPA

Universitas Pendidikan Indonesia Universitas Pendidikan Ganesha

di berikan izin untuk melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Seririt untuk keperluan penyelesaian skripsi yang berjudul "PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) BERBANTUAN BLENDED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS FISIKA SISWA".

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Seririt, 25 Februari 2026



Disampaikan secara elektronik oleh
KEPALA SEKOLAH
Ngarah Puta Wisayana, S.Pd, M.Pd
NIP. 19730828 199801 1 002



Dokumen ini telah diunggah secara elektronik (TTE).
ScanQR QR Code untuk informasi TTE.
Upload file pada <https://file.bumipg.co.id/vrf/PDF> untuk cek keaslian file.



RIWAYAT HIDUP



Dial Seroza Zalukhu lahir di Sanawuyu pada tanggal 27 Mei 2004. Penulis merupakan anak dari pasangan suami istri Bapak Temazaro Zalukhu dan Ibu Masiria Zalukhu. Penulis berkebangsaan Indonesia dan memeluk agama Kristen Protestan. Kini penulis bertempat tinggal di Jalan Nusa Indah No. 9 Kaliuntu, Singaraja, Provinsi Bali, sebagai mahasiswa perantau yang sedang menempuh pendidikan tinggi di Pulau Dewata. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Negeri 071140 Onozalukhu dan berhasil menyelesaikan pendidikan dasar tersebut pada tahun 2016. Setelah itu, penulis melanjutkan jenjang pendidikan ke SMP Santa Theresia Lahewa dan dinyatakan lulus pada tahun 2019. Kemudian penulis meneruskan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Lahewa dengan mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2022. Pada bulan agustus 2022, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri di Universitas Pendidikan Ganesha dengan program studi pendidikan fisika. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Fisika dan Pengajaran IPA. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd), penulis menyusun skripsi yang berjudul "*Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Blended Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA*".