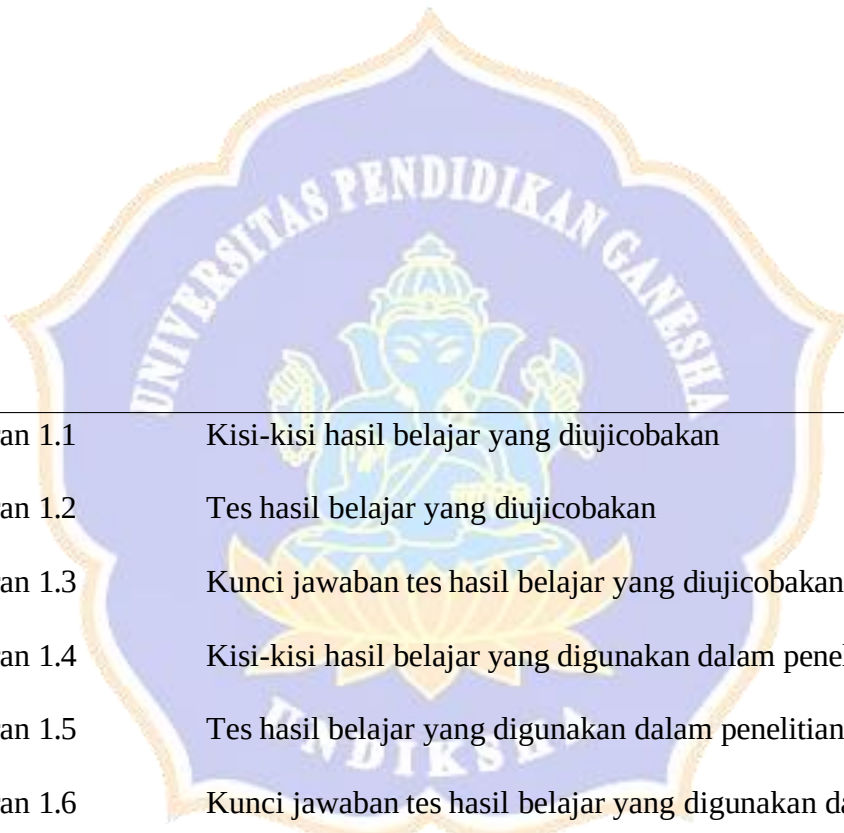


LAMPIRAN I
INSTRUMEN PENELITIAN



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

Lampiran 1.1

Kisi-Kisi Hasil Belajar Yang Diujicobakan

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
Peserta didik mampu menerapkan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor dan berbagai produk teknologi, dengan fokus pada materi kalor.	Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat dalam kehidupan sehari-hari	Menganalisis fenomena perubahan suhu akibat kalor dalam kehidupan sehari-hari	C4	1
		Menganalisis grafik perubahan suhu dan perubahan wujud zat saat diberi kalor	C4	2
		Menganalisis perbedaan antara kalor jenis dan kalor laten berdasarkan kasus nyata	C4	3
	Menerapkan persamaan kalor dalam kehidupan sehari-hari	Menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat	C3	4
		Menghitung kalor yang dilepaskan oleh suatu zat berdasarkan data eksperimen	C3	5
		Menentukan suhu akhir dalam campuran dua zat berdasarkan hukum kekekalan energi	C3	6
	Menganalisis perpindahan kalor dalam berbagai sistem termal	Menganalisis perbedaan konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari	C4	7
		Menganalisis mekanisme perpindahan kalor	C4	8

		pada termos berdasarkan desainnya		
		Menentukan jenis perpindahan kalor yang dominan dalam suatu kasus tertentu	C3	9
	Menerapkan konsep kalor dalam efisiensi alat pemanas	Menghitung efisiensi pemanas air listrik berdasarkan daya dan waktu pemakaian	C3	10
		Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi alat pemanas	C4	11
	Mengevaluasi penerapan hukum kekekalan energi dalam peristiwa yang melibatkan kalor	Mengevaluasi efektivitas penggunaan bahan isolasi dalam mencegah kehilangan kalor	C5	12
		Mengevaluasi ketepatan penggunaan alat pemanas berdasarkan kebutuhan energi	C5	13
	Menganalisis hubungan antara kalor dan energi mekanik dalam mesin uap	Menganalisis hubungan antara kalor dan energi mekanik dalam mesin uap	C4	14
		Menganalisis efisiensi mesin kalor dengan mempertimbangkan berbagai faktor	C4	15
	Menerapkan konsep kalor dalam desain teknologi pemanfaatan energi panas	Menentukan jumlah kalor yang diperoleh dari energi matahari dalam panel surya	C3	16
		Menghitung energi yang hilang akibat	C3	17

		perpindahan kalor pada sistem tertentu		
	Menganalisis pengaruh kalor dalam perubahan cuaca dan iklim	Menganalisis peran kalor dalam fenomena angin darat dan angin laut	C4	18
		Menganalisis pengaruh efek rumah kaca terhadap suhu bumi	C4	19
	Menerapkan hukum kekekalan energi dalam sistem kalor tertutup	Menghitung jumlah kalor dalam sistem kalor tertutup berdasarkan hukum kekekalan energi	C3	20
		Menghitung energi dalam sistem tertutup dengan berbagai perubahan suhu	C3	21
	Mengevaluasi pemanfaatan kalor dalam sistem teknologi modern	Mengevaluasi keefektifan sistem pendingin udara dalam menjaga suhu ruangan	C5	22
		Mengevaluasi kinerja mesin uap berdasarkan efisiensinya dalam konversi energi	C5	23
	Menganalisis aplikasi kalor dalam pemanfaatan energi alternatif	Menganalisis kelebihan dan kekurangan pemanfaatan energi panas bumi	C4	24
		Menganalisis potensi pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi alternatif	C4	25
	Menerapkan konsep kalor dalam proses perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari	Menentukan jumlah energi kalor yang dikonversi menjadi energi lain dalam sistem tertentu	C3	26
		Menghitung energi	C3	27

		kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar dalam suatu mesin		
	Menganalisis dampak penggunaan energi kalor terhadap lingkungan	Menganalisis dampak pemanasan global akibat penggunaan bahan bakar fosil	C4	28
		Menganalisis upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek samping penggunaan kalor dalam industri	C4	29
		Mengevaluasi metode konservasi energi kalor dalam kehidupan sehari-hari	C5	30



Lampiran 1.2**Tes Hasil Belajar yang Diujicobakan**

Materi	: Suhu dan Kalor
Kelas	XI
Semester	: Genap
Sekolah	: SMA 4 Singaraja
Alokasi Waktu	: 90 menit

Petunjuk Pengerjaan

1. Tuliskan identitas diri (nama, nomor absen dan kelas) pada lembar jawaban di bagian atas
2. Tes berupa soal pilihan ganda yang terdiri dari 30 butir soal
3. Baca soal secara teliti sebelum menjawab, jika ada soal yang kurang jelas atau kurang dipahami bisa ditanyakan kepada guru
4. Pengerjaan soal boleh menggunakan alat bantu hitung (kalkulator)
5. Kerjakan soal secara mandiri dengan tidak mencontek kepada teman ataupun menggunakan buku dan handphone
6. Harap periksa jawaban sebelum dikumpulkan
7. Kumpulkan jawaban dengan tepat waktu



1. Di sebuah kota, suhu udara tercatat 104°F . Seorang siswa ingin mengetahui suhu tersebut dalam satuan Celsius agar dapat membandingkannya dengan suhu tubuh. Berapa suhu dalam satuan Celsius?
 - A. 30°C
 - B. 35°C
 - C. 38°C
 - D. 40°C
 - E. 42°C
2. Air sebanyak 150 gram bersuhu 90°C dicampurkan dengan 100 gram air bersuhu 30°C di dalam bejana kalorimeter yang terisolasi sempurna. Berapakah suhu akhir dari campuran air tersebut?
 - A. 53°C
 - B. 62°C
 - C. 66°C
 - D. 70°C
 - E. 78°C
3. Termometer X memiliki skala titik beku sebesar 40°X dan titik didih 240°X . Jika suatu benda diukur menggunakan termometer Fahrenheit menunjukkan suhu sebesar 122°F , maka berapakah suhu benda tersebut jika diukur menggunakan thermometer X?
 - A. 80°X
 - B. 100°X
 - C. 130°X
 - D. 140°X
 - E. 160°X
4. Dua kota di negara berbeda mencatat suhu harian masing-masing: Kota A di Indonesia mencatat suhu sebesar 30°C sedangkan Kota B di Kanada mencatat suhu sebesar 86°F . pernyataan manakah yang paling tepat berdasarkan perbandingan suhu kedua kota tersebut?
 - A. Kota A lebih panas
 - B. Kota B lebih panas
 - C. Kedua kota memiliki suhu yang sama
 - D. Kota A memiliki suhu setara 80°F
 - E. Kota B memiliki suhu setara 28°C
5. Seorang peneliti sedang mengamati perubahan suhu lingkungan di daerah kutub yang ekstrem. Ia harus mencatat perubahan suhu harian secara teliti dari suhu sangat rendah hingga mendekati suhu beku air. Dari beberapa pilihan termometer berikut, manakah yang paling efektif digunakan untuk pengukuran tersebut, dan apa alasan fisisnya berdasarkan prinsip kerja termometer dan skala suhu yang digunakan?



Gambar 1. Termometer air raksa



Gambar 2. Termometer alkohol



Gambar 3. Termometer digital



Gambar 4. Termometer bimetal

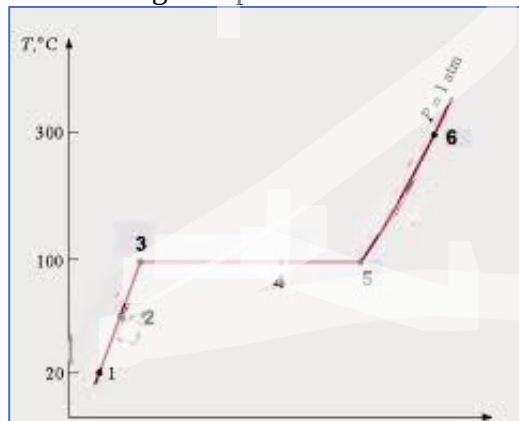


Gambar 5. Termometer resistansi

- A. Termometer raksa, karena raksa cepat merespons perubahan suhu dan tidak menempel di dinding kaca.
- B. Termometer alkohol, karena alkohol memiliki titik beku lebih rendah dan pemuain yang lebih jelas terlihat
- C. Termometer digital, karena bekerja berdasarkan deteksi inframerah tanpa kontak langsung
- D. Termometer bimetal, karena mampu menunjukkan suhu dengan

membengkokkan logam akibat pemuaian

- E. Termometer resistansi (RTD), karena menggunakan perubahan hambatan listrik logam untuk mengukur suhu
6. Air sebanyak 250 gram dipanaskan dari suhu 25°C hingga 80°C . Jika kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, berapakah kalor yang dibutuhkan?
- A. 46.500 J
B. 55.000 J
C. 68.250 J
D. 57.750 J
E. 85.000 J
7. Perhatikan grafik pemanasan zat berikut.



Sebuah zat sedang dipanaskan, dan grafik suhu menunjukkan bahwa suhunya berubah seiring bertambahnya waktu dan suhu tetap juga terjadi selama beberapa waktu. Apa yang sedang terjadi pada zat saat suhunya tetap di 100°C ?

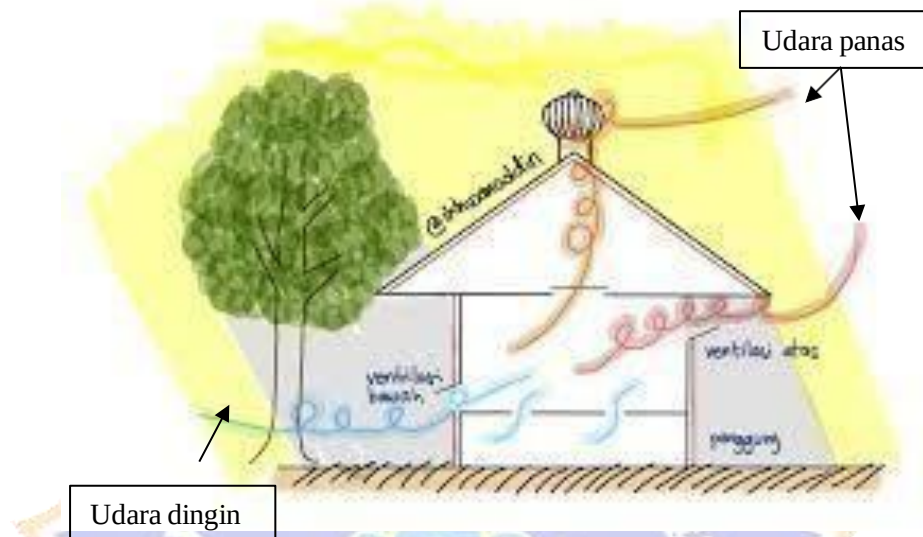
- A. Zat sedang membeku
B. Zat sedang memanaskan
C. Zat sedang mencair
D. Zat sedang menguap
E. Zat sedang memadat
8. 100 gram es pada suhu 0°C mencair seluruhnya menjadi air. Jika kalor lebur es adalah 334.000 J/kg , berapakah kalor yang dibutuhkan?
- A. 33.400 J
B. 66.800 J
C. 83.500 J
D. 120.000 J
E. 334.000 J
9. Bayangkan kamu memiliki 5 kg es yang sangat dingin, suhunya -20°C . Es ini akan kamu panaskan perlahan-lahan hingga akhirnya berubah menjadi uap air bersuhu 120°C . Untuk melakukan ini, kamu perlu memberikan kalor atau panas secara bertahap: pertama untuk menaikkan suhu es hingga 0°C , lalu mencairkannya menjadi air, kemudian memanaskan air tersebut sampai mendidih pada 100°C , mengubahnya menjadi uap, dan akhirnya menaikkan

suhu uap hingga 120°C . Berdasarkan informasi tersebut, berapa besar kalor yang dibutuhkan untuk seluruh proses perubahan ini? (kalor jenis air = $1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis uap air = $2 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis es = $0,5 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 80 kkal/kg dan kalor lebur air = 540 kkal/kg)

- A. $1,0 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - B. $1,25 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - C. $2,5 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - D. $3,25 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - E. $3,85 \times 10^3 \text{ kkal}$
- 10 Heater listrik yang memiliki daya 420 W , 220 V digunakan untuk memanaskan 300 gram air dari suhu ruangan 30°C sampai mendidih 100°C . jika kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, maka berapa lama waktu yang diperlukan
- A. 210 s
 - B. 260 s
 - C. 300 s
 - D. 180 s
 - E. 320 s
- 11 Sebuah batang logam tembaga memiliki panjang 2 meter dan luas penampang $0,001 \text{ m}^2$ memiliki perbedaan suhu 40°C antara kedua ujungnya. Jika konduktivitas termal tembaga adalah $385 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ dan perpindahan kalor berlangsung selama 10 detik , berapa besar kalor yang ditransfer?
- A. $0,77 \text{ J}$
 - B. $7,7 \text{ J}$
 - C. 77 J
 - D. 308 J
 - E. 3080 J
- 12 Saat seseorang masuk ke dalam ruangan ber-AC di siang hari, ia akan langsung merasa dingin seolah-olah udara dingin dari AC menyentuh atau menembus tubuhnya. Namun, kalor selalu berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Berdasarkan konsep kalor dan suhu, manakah penjelasan ilmiah yang paling tepat mengenai peristiwa tersebut?
- A. Kalor dari udara AC mengalir ke tubuh karena suhu udara lebih rendah, sehingga tubuh terasa dingin.
 - B. Freon yang dingin diserap tubuh melalui kulit, membuat tubuh kehilangan kalor dengan cepat
 - C. Udara dingin dari AC didorong kipas, menabrak tubuh lalu tubuh melepaskan kalor ke udara dingin karena suhu tubuh lebih tinggi
 - D. Karena tubuh menerima aliran udara dingin secara langsung, suhu tubuh otomatis menurun tanpa terjadi perpindahan kalor. Yang

dijelaskan dalam soal adalah anomalia tau menyalahi hukum.

- E. Rasa dingin muncul karena suhu tubuh menyesuaikan dengan suhu udara sekitar, sehingga kalor mengalir bolak-balik sampai seimbang.
- 13 Ventilasi pada bangunan modern sering dirancang berada di bagian atas dan bawah dinding, bukan hanya pada satu sisi. Perancangannya tidak



Gambar 6. Ventilasi atas bawah

sembarangan ada prinsip fisika yang menjadi dasar penempatan ini.

Dalam suatu ruangan tertutup, ketika suhu dalam ruangan meningkat akibat aktivitas manusia atau cahaya matahari yang masuk, suhu udara di dalam ruangan pun naik. Pada saat yang sama, ventilasi bawah dan atas akan memungkinkan terjadinya sirkulasi udara.

Berdasarkan prinsip konveksi alami, manakah penjelasan paling tepat terkait alasan ilmiah di balik pemasangan ventilasi ganda (atas dan bawah) tersebut?

- A. Udara panas dari luar akan masuk melalui ventilasi atas dan mengeluarkan udara dingin dari dalam melalui ventilasi bawah karena udara dingin lebih berat.
- B. Udara di dalam ruangan yang dingin naik ke atas karena massa jenisnya lebih besar, sehingga ventilasi atas digunakan untuk mengeluarkannya.
- C. Udara panas di dalam ruangan naik ke atas karena massa jenisnya lebih kecil, keluar melalui ventilasi atas, dan udara dingin dari luar masuk lewat ventilasi bawah sebagai penggantinya.
- D. Ventilasi atas dan bawah hanya untuk estetika bangunan, sirkulasi udara tidak banyak berhubungan dengan suhu atau konveksi
- E. Ventilasi atas mengeluarkan udara dingin dan ventilasi bawah

mengeluarkan udara panas, karena panas selalu bergerak ke arah bawah dalam fluida.

14 Perhatikan peralatan rumah tangga berikut:

1. Pemanas air listrik
2. Oven listrik
3. Termos air

Alat manakah yang melibatkan ketiga jenis perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi)?

- A. 1 dan 2
- B. Hanya 2
- C. Hanya 3
- D. 1 dan 3
- E. 2 dan 3

15 Seorang siswa sedang duduk santai di teras rumah saat siang hari. Suhu tubuh siswa diperkirakan tetap pada 37°C (310 K) selama 5 menit. Jika luas permukaan tubuh yang memancarkan panas sekitar 1 m^2 dan emisivitas kulit manusia 0,95, maka berapakah laju kalor yang dipancarkan tubuh siswa tersebut ke lingkungan melalui radiasi?

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

- A. 425 W
- B. 495 W
- C. 482 W
- D. 378 W
- E. 364 W

16 Pada pagi hari, rel kereta api yang terbuat dari baja dipasang saat suhu udara sekitar 20°C . Setiap ruas rel memiliki panjang 15 meter. Ketika siang hari, suhu rel bisa meningkat hingga 55°C akibat paparan sinar matahari langsung. Dalam kondisi seperti ini, rel akan mengalami pemuaian karena kenaikan suhu. Jika sambungan antar rel tidak memiliki celah pemuaian yang cukup, rel bisa melengkung.

Berdasarkan informasi tersebut, berapa pertambahan panjang satu ruas rel jika koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$?

- A. 0,004 m
- B. 0,0063 m
- C. 0,0126 m
- D. 0,018 m
- E. 0,024 m

17 Sebuah tangki air dari logam aluminium digunakan untuk menampung air pada pagi hari saat suhu 25°C . Volume tangki saat itu adalah 1.500 liter. Tangki tersebut ditempatkan di ruang terbuka dan terkena panas matahari secara langsung. Pada siang hari, suhu tangki meningkat hingga 65°C .

Jika koefisien muai panjang aluminium adalah $2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, maka berapa

volume akhir tangki tersebut akibat pemuaian? (1 liter = 0,001 m³)

- A. 1,50144 m³
- B. 1,50432 m³
- C. 1,50576 m³
- D. 1,5072 m³
- E. 1,50864 m³

- 18 Sebuah pipa logam berfungsi sebagai saluran air dan dipasang di luar sebuah gedung perkantoran. Panjang awal pipa tersebut adalah 10 meter saat pagi hari ketika suhu udara 20°C. Ketika siang hari dan suhu meningkat menjadi 60°C, panjang pipa bertambah menjadi 10,048 meter.

Berdasarkan data tersebut, berapakah nilai koefisien muai panjang bahan logam pipa tersebut?

- A. $1,0 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- B. $1,2 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- C. $1,4 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- D. $1,6 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- E. $2,0 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$

- 19 Sebuah perusahaan konstruksi sedang memilih bahan baja terbaik untuk pembangunan rel kereta api di daerah yang memiliki perubahan suhu cukup ekstrem. Setiap batang rel memiliki panjang awal 12 meter dan akan mengalami kenaikan suhu dari 20°C saat dipasang hingga 50°C di siang hari. Berikut adalah data koefisien muai panjang untuk empat jenis baja yang sedang dipertimbangkan:

Jenis Baja	Koefisien Muai Panjang (°C ⁻¹)
Baja A	$1,0 \times 10^{-5}$
Baja B	$1,1 \times 10^{-5}$
Baja C	$1,2 \times 10^{-5}$
Baja D	$1,3 \times 10^{-5}$

Dari keempat jenis baja tersebut, manakah yang membutuhkan celah pemuaian paling besar agar rel tidak melengkung atau rusak akibat pemuaian saat suhu meningkat?

- A. Baja A, karena memiliki koefisien muai paling kecil
 - B. Baja D, karena memuai paling besar sehingga celahnya harus lebih besar
 - C. Baja C, karena koefisiennya paling mendekati rata-rata
 - D. Baja B, karena memiliki keseimbangan antara kekuatan dan muai panjang
 - E. Semua jenis baja sama, karena panjang awal dan suhu berubahnya sama
- 20 Sebuah tim insinyur merancang jembatan logam baja yang melintasi sungai besar di daerah pegunungan. Daerah tersebut mengalami fluktuasi suhu

ekstrem antara pagi yang dingin dan siang yang sangat panas. Karena jembatan dibangun menggunakan material logam seperti baja, maka perlu dipertimbangkan pemuaian yang akan terjadi agar jembatan dapat bertahan dalam jangka panjang tanpa mengalami kerusakan seperti retak atau lengkungan struktural. manakah strategi desain terbaik yang perlu dilakukan agar jembatan tetap kokoh dan tahan lama, meskipun logam memuai dan menyusut setiap hari?

- A. Menambah massa jembatan agar pemuaian tidak terjadi
 - B. Memilih logam dengan massa jenis besar agar perubahan panjang lebih kecil
 - C. Menyambung logam-logam dengan baut yang dikencangkan maksimal untuk mencegah perubahan panjang
 - D. Mendesain sambungan fleksibel seperti celah pemuaian agar perubahan panjang tidak merusak struktur
 - E. Menutup semua celah logam agar udara luar tidak masuk dan memicu pemuaian
- 21 Termos minuman dirancang dengan dinding ganda yang memiliki ruang . vakum di antara keduanya dan dilapisi permukaan reflektif. Berdasarkan konsep perpindahan kalor, bagaimana desain ini dapat menghambat perubahan suhu minuman di dalamnya?
- A. Permukaan reflektif mempercepat radiasi kalor dari dalam termos
 - B. Ruang vakum meminimalkan perpindahan kalor secara konveksi dan konduksi
 - C. Dinding ganda mempermudah pertukaran kalor antara bagian dalam dan luar termos
 - D. Ruang vakum memperbesar laju radiasi dari luar ke dalam termos
 - E. Lapisan reflektif menyerap kalor dari luar untuk menjaga suhu minuman
- 22 Sebuah rumah menggunakan AC untuk menjaga suhu dalam ruangan tetap . 25°C . Saat suhu lingkungan naik menjadi 35°C , konsumsi energi AC meningkat. Bagaimana hubungan ini dapat dijelaskan melalui konsep dan rumus kalor?
- A. Semakin besar suhu luar, semakin kecil energi yang diperlukan karena suhu dalam konstan
 - B. Kenaikan suhu luar memperbesar selisih suhu, meningkatkan energi yang dibutuhkan
 - C. Selisih suhu tidak memengaruhi energi, karena massa udara di dalam rumah tetap
 - D. Energi meningkat karena AC mengubah kalor menjadi massa
 - E. Tidak ada hubungan antara suhu luar dan konsumsi energi
- 23 Seseorang lebih nyaman mengenakan pakaian tipis dan terang saat musim . panas, serta pakaian tebal dan gelap saat musim dingin. Bagaimana

penjelasan fenomena ini ditinjau dari konsep perpindahan kalor?

- A. Pakaian terang menyerap lebih banyak kalor dari radiasi
- B. Warna terang dan bahan tipis mempercepat konduksi kalor ke tubuh
- C. Warna gelap mengurangi konveksi kalor ke lingkungan
- D. Warna terang memantulkan radiasi dan bahan tipis menambah hambatan konduksi
- E. Pakaian tebal dan gelap meningkatkan penyerapan dan menahan kehilangan kalor

- 24 Terdapat dua cara memasak yang digunakan untuk merebus makanan. Cara pertama menggunakan kompor gas dengan panci terbuka, sedangkan cara kedua menggunakan panci tertutup dengan tekanan tinggi. Dalam kedua metode ini, panas dari kompor digunakan untuk memanaskan makanan hingga matang.

Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, manakah metode memasak yang lebih efisien dalam mempertahankan panas, dan apa alasannya?

- A. Panci terbuka lebih efisien karena mengeluarkan uap lebih cepat
- B. Panci tertutup lebih efisien karena menjaga seluruh kalor dalam system
- C. Kompor gas lebih hemat energi karena suhu api lebih tinggi
- D. Kedua metode memiliki efisiensi yang sama jika waktu memasaknya sama
- E. Panci tertutup mengurangi kalor jenis bahan makanan

- 25 Dua rumah memiliki pendingin berbeda: rumah X memakai AC inverter yang menyesuaikan daya sesuai suhu, sedangkan rumah Y memakai AC konvensional dengan daya tetap. Berdasarkan prinsip kalor, mana yang lebih hemat energi?

- A. Rumah Y karena AC konvensional mengalirkan kalor lebih cepat
- B. Rumah X karena konsumsi energinya menurun saat suhu mendekati setelan
- C. Rumah Y karena daya konstan membuat kerja AC lebih stabil
- D. Rumah X karena konduksi kalor di rumah tersebut lebih lambat
- E. Keduanya sama karena suhu akhir yang dicapai tetap

- 26 Dua alat pemanas air, A dan B, digunakan untuk memanaskan air dari suhu 25°C ke 100°C .

- Pemanas A: daya 400 W, waktu 10 menit
- Pemanas B: daya 600 W, waktu 8 menit

Jika kalor jenis air $c=4200 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ dan massa air yang dipanaskan sama, manakah pemanas yang lebih efisien?

- A. Pemanas A, karena waktu lebih lama namun daya kecil
- B. Pemanas B, karena waktu lebih cepat meski daya besar
- C. Pemanas A, karena energi total lebih kecil
- D. Pemanas B, karena menghasilkan lebih banyak kalor

- E. Keduanya sama efisien karena memanaskan air yang sama
- 27 Sebuah panci digunakan untuk memasak air. Tiga jenis bahan berikut digunakan:

- Alumunium ($k=235 \text{ W/m.K}$)
- Baja ($k=50 \text{ W/m.K}$)
- Tembaga ($k=390 \text{ W/m.K}$)

Jika tujuan utama adalah memasak lebih cepat, bahan manakah yang paling cocok digunakan pada dasar panci?

- A. Baja karena lebih tahan panas
- B. Alumunium karena ringan dan cukup konduktif
- C. Tembaga karena memiliki konduktivitas termal tertinggi
- D. Baja karena paling kuat
- E. Alumunium karena murah
- 28 Seorang siswa ingin memanaskan 1 liter air dari 30°C ke 100°C . Tersedia dua alat:
- Alat X: 1000 W
 - Alat Y: 800 W

Jika ia hanya memiliki waktu 5 menit, alat manakah yang lebih tepat digunakan?

- A. Alat X karena lebih kuat
- B. Alat Y karena hemat energi
- C. Alat X karena memberikan energi cukup dalam waktu singkat
- D. Alat Y karena lebih aman
- E. Keduanya sama saja
- 29 Seorang mahasiswa yang tinggal di kosan ingin memasak 2 liter air setiap pagi. Ia memiliki tiga pilihan kompor listrik dengan daya berbeda dan tiga pilihan panci yang terbuat dari bahan berbeda, masing-masing dengan konduktivitas termal tertentu. Tujuannya adalah memanaskan air dari suhu awal 30°C hingga mendidih pada 100°C dengan cara yang paling hemat energi dan memerlukan waktu paling singkat. Berikut data pilihan yang tersedia:

Kompor	Daya (W)	Tegangan (V)
Kompor A	1000 W	220 V
Kompor B	1200 W	220 V
Kompor C	1500 W	220 V

Panci	Bahan	Konduktivitas Termal ($k, \text{W/m}\cdot\text{K}$)
Panci X	Tembaga	390
Panci Y	Alumunium	235
Panci Z	Baja	50

Jika mahasiswa ingin memanaskan air dengan penggunaan energi paling sedikit dan waktu paling cepat, kombinasi kompor dan panci manakah yang paling efisien?

- A. Kompor A dan Panci Z
- B. Kompor B dan Panci Y
- C. Kompor A dan Panci X
- D. Kompor C dan Panci Z
- E. Kompor C dan Panci X

- 30 Seorang pendaki gunung sedang mempersiapkan perjalanan menuju puncak . Gunung Semeru, di mana suhu udara bisa mencapai -5°C . Untuk memastikan air yang ia bawa tetap hangat, ia memutuskan untuk membawa termos berisi air panas dengan suhu awal 90°C . Dalam perjalanan, ia ingin meminimalkan kehilangan panas karena terbatasnya akses ke sumber energi. Pendaki tersebut memiliki tiga pilihan termos dengan emisivitas yang berbeda. Luas permukaan termos yang bersentuhan dengan udara luar adalah $0,03\text{ m}^2$, suhu air panas yang dibawa adalah 90°C (363 K), dan suhu udara luar adalah -5°C (268 K). Konstanta Stefan-Boltzmann yang digunakan adalah $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}\text{ W/m}^2\cdot\text{K}^4$.

Pendaki tersebut memiliki tiga pilihan termos dengan emisivitas yang berbeda, sebagai berikut:

Thermos	Emisivitas (e)
Thermos A	0,9
Thermos B	0,5
Thermos C	0,1

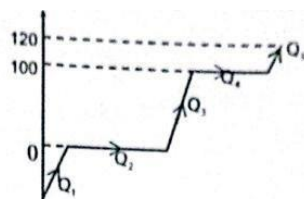
Jika tujuan utama adalah menjaga air panas tetap hangat selama mungkin dengan meminimalkan kehilangan panas akibat radiasi, termos manakah yang paling efisien untuk digunakan?

- A. Termos A karena sederhana dan praktis
- B. Termos B karena emisivitas sedang dan mudah dibawa
- C. Termos C karena emisivitas sangat rendah dan memiliki ruang vakum
- D. Termos A karena mampu menghantarkan panas lebih baik
- E. Termos B karena udara cukup efektif menghambat radiasi

Lampiran 1.3

Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar Yang Diujicobakan

No	Penyelesaian	Kunci Jawaban
1	$\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{Y - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}}$ $\frac{104 - 32}{212 - 32} = \frac{Y - 0}{100 - 0}$ $\frac{72}{180} = \frac{Y}{100}$ $7200 = 180Y$ $Y = \frac{7200}{180}$ $Y = 40$	D
2	$m_1 c \Delta T_1 = m_2 c \Delta T_2$ $150(90 - T) = 100(T - 30)$ $13.500 - 150T = 100T - 3000$ $16.500 = 250T$ $T = 66^\circ\text{C}$	C
3	$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{F - F_1}{F_2 - F_1}$ $\frac{X - 40}{240 - 40} = \frac{122 - 32}{212 - 32}$ $X = 140^\circ$	D
4	$86^\circ\text{F} = \frac{9}{5}(86 - 32)$ $86^\circ\text{F} = 30^\circ\text{C}$	C
5	Raksa: Tidak cocok di suhu ekstrem dingin karena titik bekunya sekitar -39°C. Raksa juga tidak terlalu ekspansif dibanding alkohol. Alkohol: Tepat karena: Titik beku sangat rendah, koefisien muai besar maka perubahan volume signifikan serta lebih terlihat (diberi pewarna). Digital (inframerah): Umumnya digunakan untuk suhu tubuh atau permukaan, bisa terpengaruh kondisi lingkungan ekstrem. Bimetal: Kurang sensitif dan lambat merespons perubahan suhu kecil. RTD (Resistive Temperature Detector): Akurat tapi butuh sistem elektronik yang stabil dan rentan rusak di lapangan terbuka bersuhu ekstrem jika tidak dilindungi dengan baik.	B
6	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = (0,25)(4.200)(80 - 25)$ $Q = 57.750 \text{ J}$	C
7	Pada suhu tetap 100°C untuk zat air, terjadi perubahan wujud dari cair menjadi gas (<i>penguapan</i>).	D

8	$Q = m \cdot L$ $Q = (0,1)(334.000)$ $Q = 33.400 \text{ J}$	A
9	 $Q_1 = mc_{es}\Delta T$ $Q_1 = (5)(0,5)(20)$ $Q_1 = 50 \text{ kkal}$ $Q_2 = mL_{es}$ $Q_2 = (5)(80)$ $Q_2 = 400 \text{ kkal}$ $Q_3 = mc_{air}\Delta T$ $Q_3 = (5)(1)(100)$ $Q_3 = 500 \text{ kkal}$ $Q_4 = mL_{air}$ $Q_4 = (5)(540)$ $Q_4 = 2700 \text{ kkal}$ $Q_5 = mc_{uap}\Delta T$ $Q_5 = (5)(2)(20)$ $Q_5 = 200 \text{ kkal}$ $Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ $Q_{total} = 3850 = 3,85 \times 10^3 \text{ kkal}$	E
10	$Q = mc\Delta T$ $Q = (0,3)(4,200)(70)$ $Q = 88.200 \text{ J}$ $t = \frac{Q}{W}$ $t = \frac{88.200}{420}$ $t = 210 \text{ s}$	A
11	$Q = \frac{k.A.\Delta T.t}{L}$ $Q = \frac{(385)(0,001)(40)(10)}{2}$ $Q = 77 \text{ J}$	C
12	AC menggunakan kipas untuk menghembuskan udara dingin, ini disebut konveksi paksa, bukan alami. Udara dingin menyentuh tubuh bukan berarti kalor mengalir dari udara ke tubuh, melainkan karena suhu tubuh lebih tinggi, kalor tetap mengalir dari tubuh ke udara. Sensasi "dingin" itu karena kehilangan kalor dari tubuh, bukan karena tubuh menyerap udara	C

	dingin.	
13	Dalam konveksi alami, udara panas memiliki massa jenis lebih kecil dibanding udara dingin, sehingga naik ke atas. Ventilasi atas memungkinkan udara panas keluar, sedangkan ventilasi bawah memberi jalan bagi udara dingin dari luar untuk masuk ke ruangan. Ini menciptakan sirkulasi udara alami yang menurunkan suhu dalam ruangan tanpa bantuan kipas atau AC	C
14	Pemanas air: konduksi (elemen ke air), konveksi (sirkulasi air), radiasi (jika terbuka). Oven: semua jenis perpindahan terjadi. Termos: justru mencegah perpindahan kalor.	A
15	$Q/t = \epsilon \sigma AT^4$ $W = (0,95)(5,67 \times 10^{-8})(1)(310)^4$ $W = (9,5 \times 10^{-1})(5,67 \times 10^{-8})(9,2 \times 10^9)$ $W = 495 \text{ W}$	A
16	$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ $\Delta L = (15)(4,2 \times 10^{-5})(35)$ $\Delta L = 6,3 \times 10^{-3}$	B
17	$\Delta V = V_0 3\alpha \Delta T$ $3\alpha = (3)(2,4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}) = 7,2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ $\Delta V = (1,5)(7,2 \times 10^{-5})(40)$ $\Delta V = 0,00432$ $V_0 + \Delta V = 1,5 + 0,00432 = 1,50432 \text{ m}^3$	B
18	$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ $\Delta L = L - L_0 = 10,048 - 10 = 0,048 \text{ m}$ $0,048 = (10)\alpha(40)$ $\alpha = \frac{0,048}{400}$ $\alpha = 1,2 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$	B
19	$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ Perhitungan ΔL : Baja A $\Delta L = (12)(1,0 \times 10^{-5})(30) = 0,0036 \text{ m}$ Baja B $\Delta L = (12)(1,1 \times 10^{-5})(30) = 0,00396 \text{ m}$ Baja C $\Delta L = (12)(1,2 \times 10^{-5})(30) = 0,00432 \text{ m}$ Baja D $\Delta L = (12)(1,4 \times 10^{-5})(30) = 0,00468 \text{ m}$	B
20	Panjang jembatan saat suhu rendah adalah L_0 Perubahan suhu harian sebesar ΔT Koefisien muai panjang logam adalah α	D

	Berdasarkan rumus pemuaian panjang: $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ Jawaban yang benar: D. Mendesain sambungan fleksibel seperti celah pemuaian agar perubahan panjang tidak merusak struktur	
21	Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan medium, vakum menghilangkan medium, sehingga kedua mekanisme itu dicegah.	B
22	Rumus $Q = mc\Delta T$, menunjukkan bahwa semakin besar ΔT (selisih suhu luar dan suhu dalam), semakin besar kalor yang harus dikeluarkan oleh AC. Energi listrik AC digunakan untuk membuang kalor ini, sehingga konsumsi energi meningkat saat ΔT meningkat.	B
23	Untuk musim dingin: agar tubuh tidak kehilangan panas, maka digunakan pakaian tebal (menghambat konduksi, sesuai $Q = \frac{k.A.\Delta T.t}{L}$, di mana L besar dan Q kecil). Warna gelap memiliki emisivitas tinggi (e) yang meningkatkan Q/t dari radiasi matahari, membantu tubuh tetap hangat. Di musim panas, kebalikannya: warna terang memantulkan radiasi dan bahan tipis mempercepat pelepasan kalor tubuh ke lingkungan.	E
24	Efisiensi berkaitan dengan jumlah kalor Q yang benar-benar diserap oleh makanan. Dalam sistem tertutup, kalor tidak hilang ke lingkungan melalui uap atau udara $\rightarrow Q$ dari pemanas $\approx Q$ untuk makanan. Pada sistem terbuka, sebagian besar Q hilang melalui uap air (kalor laten uap), sehingga efisiensinya lebih rendah.	B
25	AC bekerja dengan membuang $Q = mc\Delta T$ ke luar. AC inverter menurunkan daya saat ΔT menurun, sehingga konsumsi energi menyesuaikan kebutuhan pendinginan. AC konvensional tetap mengonsumsi daya besar meskipun ΔT kecil menjadi kurang efisien. Efisiensi energi meningkat saat daya yang digunakan hanya untuk Q yang benar-benar dibutuhkan	B
26	$W = P.t$ $A = (400)(600) = 240.000 J$ $B = (600)(480) = 288.000 J$ Rumus kalor: $Q = m.c.\Delta T$ Misalkan massa air = m (sama untuk A dan B)=1kg, $\Delta T = 100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}$ $Q = m.(4200)(75).\Delta T$	C

	$Q = 315.000m$ efisiensi masing-masing pemanas (relatif terhadap m): Pemanas A: $\eta_A = \frac{315.000}{240.000} 100\% = 131,25\%$ Pemanas B: $\eta_A = \frac{315.000}{288.000} 100\% = 109,375\%$ Karena massa dan kenaikan suhu sama, maka alat A menggunakan lebih sedikit energi lebih efisien.	
27	Konduktivitas termal tinggi berarti panas dihantarkan lebih cepat jadi memasak lebih cepat.	C
28	Q yang dibutuhkan: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = (1)(4200)(70)$ $Q = 294.000 \text{ J}$ Energi yang bisa diberikan: Alat X: $1000 \times 300 = 300.000 \text{ J}$ (cukup) Alat Y: $800 \times 300 = 240.000 \text{ J}$ (tidak cukup) Maka pilih alat X.	C
29	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = (2)(4.200)(70) = 588.000 \text{ J}$ Langkah 2: Hitung waktu minimum yang dibutuhkan tiap kompor $t = Q/P$ Kompor A: $t = 588.000/1000 = 588 \text{ s} = 9,8 \text{ menit}$ Kompor B: $t = 588.000/1200 \approx 490 \text{ s} = 8,2 \text{ menit}$ Kompor C: $t = 588.000/1500 \approx 392 \text{ s} = 6,5 \text{ menit}$ Langkah 3: Evaluasi panci berdasarkan konduktivitas termal Semakin tinggi nilai k, semakin cepat panas merambat ke air: Panci X (Tembaga, $k=390$): Paling cepat menghantarkan panas Panci Y (Alumunium, $k=235$): Sedang Panci Z (Baja, $k=50$): Lambat Langkah 4: Evaluasi kombinasi Kompor C yang paling cepat Panci X yang paling cepat menghantarkan Kombinasi ini menghasilkan pemanasan tercepat dan konduksi tercepat, sehingga lebih efisien dalam waktu dan energi total (meski daya besar, waktu pendek dengan energi tetap rendah).	E
30	Gunakan rumus perpindahan kalor secara radiasi: $\frac{Q}{t} = e\sigma A(T_1^4 - T_2^4)$	C

$T_1^4 - T_2^4$ dengan $T_1 = 363\text{ K}, T_2 = 268\text{ K}$ $(363)^4 - (268)^4$ $1,737 \times 10^{10} - 0,5153 \times 10^{10}$ $1,2217 \times 10^{10}$ Kita akan evaluasi semakin kecil Q/t, maka semakin efisien menyimpan panas. Hitung laju kehilangan kalor untuk masing-masing termos (perbandingan logika saja karena luas, suhu, dan konstanta sama): Termos A: $Q/t = (0,9)(5,67 \times 10^{-8})(0,03)(1,2217 \times 10^{10})$ $Q/t = 1,87\text{ W}$ Termos B: $Q/t = (0,5)(5,67 \times 10^{-8})(0,03)(1,2217 \times 10^{10})$ $Q/t = 1,04\text{ W}$ Termos C: $Q/t = (0,1)(5,67 \times 10^{-8})(0,03)(1,2217 \times 10^{10})$ $Q/t = 0,21\text{ W}$ Selain itu, ruang vakum membantu menghilangkan perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi, sehingga Termos C paling ideal untuk kondisi ekstrem.	
---	--

Lampiran 1.4

Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar yang Digunakan Dalam Penelitian

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Indikator Soal	Jenjang Kognitif	Nomor Butir
Peserta didik mampu menerapkan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor dan berbagai produk teknologi, dengan fokus pada materi kalor.	Menganalisis pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat dalam kehidupan sehari-hari	Menganalisis fenomena perubahan suhu akibat kalor dalam kehidupan sehari-hari	C4	1
		Menganalisis grafik perubahan suhu dan perubahan wujud zat saat diberi kalor	C4	2
	Menerapkan persamaan kalor dalam kehidupan sehari-hari	Menghitung jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat	C3	3
		Menentukan suhu akhir dalam campuran dua zat berdasarkan hukum kekekalan energi	C3	4
		Menganalisis mekanisme perpindahan kalor pada termos berdasarkan desainnya	C4	5
		Menentukan jenis perpindahan kalor yang dominan dalam suatu kasus tertentu	C3	6
	Menerapkan konsep kalor dalam efisiensi alat pemanas	Menghitung efisiensi pemanas air listrik	C3	7

		berdasarkan daya dan waktu pemakaian		
	Mengevaluasi penerapan hukum kekekalan energi dalam peristiwa yang melibatkan kalor	Mengevaluasi efektivitas penggunaan bahan isolasi dalam mencegah kehilangan kalor	C5	8
		Mengevaluasi ketepatan penggunaan alat pemanas berdasarkan kebutuhan energi	C5	9
	Menganalisis hubungan antara kalor dan energi mekanik dalam mesin kalor	Menganalisis hubungan antara kalor dan energi mekanik dalam mesin uap	C4	10
	Menerapkan konsep kalor dalam desain teknologi pemanfaatan energi panas	Menentukan jumlah kalor yang diperoleh dari energi matahari dalam panel surya	C3	11
		Menghitung energi yang hilang akibat perpindahan kalor pada sistem tertentu	C3	12
		Menganalisis pengaruh efek rumah kaca terhadap suhu bumi	C4	13
	Menerapkan hukum kekekalan energi dalam sistem kalor tertutup	Menghitung jumlah kalor dalam sistem kalor tertutup berdasarkan hukum kekekalan energi	C3	14
		Menghitung energi dalam sistem tertutup	C3	15

		dengan berbagai perubahan suhu		
		Mengevaluasi kinerja mesin uap berdasarkan efisiensinya dalam konversi energi	C5	16
	Menganalisis aplikasi kalor dalam pemanfaatan energi alternatif	Menganalisis kelebihan dan kekurangan pemanfaatan energi panas bumi	C4	17
	Menerapkan konsep kalor dalam proses perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari	Menentukan jumlah energi kalor yang dikonversi menjadi energi lain dalam sistem tertentu	C3	18
		Menghitung energi kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar dalam suatu mesin	C3	19
		Menganalisis upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek samping penggunaan kalor dalam industri	C4	20

Lampiran 1.5

Tes Hasil Belajar yang Digunakan Dalam Penelitian

Materi	: Suhu dan Kalor
Kelas	XI
Semester	: Genap
Sekolah	: SMA 4 Singaraja
Alokasi Waktu	: 90 menit

Petunjuk Pengerjaan

8. Tuliskan identitas diri (nama, nomor absen dan kelas) pada lembar jawaban di bagian atas
9. Tes berupa soal pilihan ganda yang terdiri dari 30 butir soal
10. Baca soal secara teliti sebelum menjawab, jika ada soal yang kurang jelas atau kurang dipahami bisa ditanyakan kepada guru
11. Pengerjaan soal boleh menggunakan alat bantu hitung (kalkulator)
12. Kerjakan soal secara mandiri dengan tidak mencontek kepada teman ataupun menggunakan buku dan handphone
13. Harap periksa jawaban sebelum dikumpulkan
14. Kumpulkan jawaban dengan tepat waktu



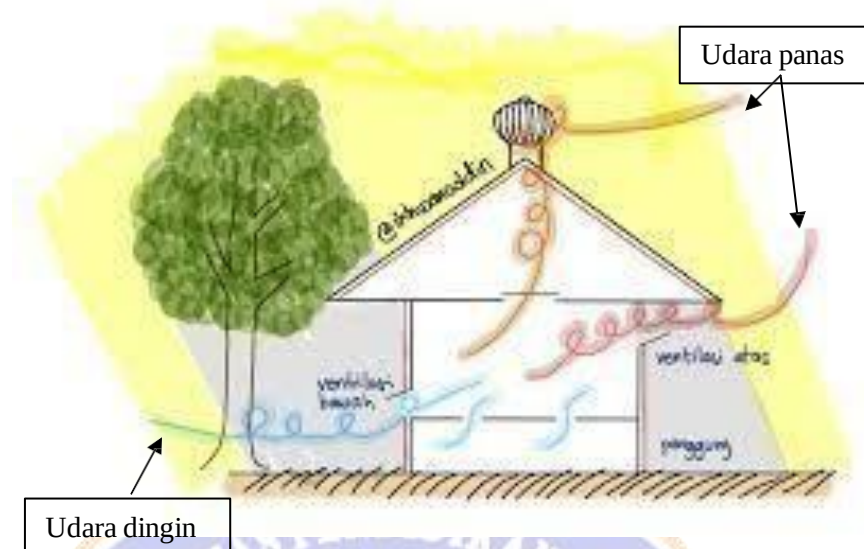
1. Di sebuah kota, suhu udara tercatat 104°F . Seorang siswa ingin mengetahui suhu tersebut dalam satuan Celsius agar dapat membandingkannya dengan suhu tubuh. Berapa suhu dalam satuan Celsius?
 - A. 30°C
 - B. 35°C
 - C. 38°C
 - D. 40°C
 - E. 42°C
2. Air sebanyak 150 gram bersuhu 90°C dicampurkan dengan 100 gram air bersuhu 30°C di dalam bejana kalorimeter yang terisolasi sempurna. Berapakah suhu akhir dari campuran air tersebut?
 - A. 53°C
 - B. 62°C
 - C. 66°C
 - D. 70°C
 - E. 78°C
3. Dua kota di negara berbeda mencatat suhu harian masing-masing: Kota A di Indonesia mencatat suhu sebesar 30°C sedangkan Kota B di Kanada mencatat suhu sebesar 86°F . pernyataan manakah yang paling tepat berdasarkan perbandingan suhu kedua kota tersebut?
 - A. Kota A lebih panas
 - B. Kota B lebih panas
 - C. Kedua kota memiliki suhu yang sama
 - D. Kota A memiliki suhu setara 80°F
 - E. Kota B memiliki suhu setara 28°C
4. Air sebanyak 250 gram dipanaskan dari suhu 25°C hingga 80°C . Jika kalor jenis air $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, berapakah kalor yang dibutuhkan?
 - A. 46.500 J
 - B. 55.000 J
 - C. 68.250 J
 - D. 57.750 J
 - E. 85.000 J
5. 100 gram es pada suhu 0°C mencair seluruhnya menjadi air. Jika kalor lebur es adalah 334.000 J/kg , berapakah kalor yang dibutuhkan?
 - A. 33.400 J
 - B. 66.800 J
 - C. 83.500 J
 - D. 120.000 J
 - E. 334.000 J
6. Bayangkan kamu memiliki 5 kg es yang sangat dingin, suhunya -20°C . Es

ini akan kamu panaskan perlahan-lahan hingga akhirnya berubah menjadi uap air bersuhu 120°C . Untuk melakukan ini, kamu perlu memberikan kalor atau panas secara bertahap: pertama untuk menaikkan suhu es hingga 0°C , lalu mencairkannya menjadi air, kemudian memanaskan air tersebut sampai mendidih pada 100°C , mengubahnya menjadi uap, dan akhirnya menaikkan suhu uap hingga 120°C . Berdasarkan informasi tersebut, berapa besar kalor yang dibutuhkan untuk seluruh proses perubahan ini? (kalor jenis air = $1 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis uap air = $2 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis es = $0,5 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es = 80 kkal/kg dan kalor lebur air = 540 kkal/kg)

- A. $1,0 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - B. $1,25 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - C. $2,5 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - D. $3,25 \times 10^3 \text{ kkal}$
 - E. $3,85 \times 10^3 \text{ kkal}$
7. Heater listrik yang memiliki daya 420 W , 220 V digunakan untuk memanaskan 300 gram air dari suhu ruangan 30°C sampai mendidih 100°C . jika kalor jenis air = $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, maka berapa lama waktu yang diperlukan
- A. 210 s
 - B. 260 s
 - C. 300 s
 - D. 180 s
 - E. 320 s
8. Saat seseorang masuk ke dalam ruangan ber-AC di siang hari, ia akan langsung merasa dingin seolah-olah udara dingin dari AC menyentuh atau menembus tubuhnya. Namun, kalor selalu berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Berdasarkan konsep kalor dan suhu, manakah penjelasan ilmiah yang paling tepat mengenai peristiwa tersebut?
- A. Kalor dari udara AC mengalir ke tubuh karena suhu udara lebih rendah, sehingga tubuh terasa dingin.
 - B. Freon yang dingin diserap tubuh melalui kulit, membuat tubuh kehilangan kalor dengan cepat
 - C. Udara dingin dari AC didorong kipas, menabrak tubuh lalu tubuh melepaskan kalor ke udara dingin karena suhu tubuh lebih tinggi
 - D. Karena tubuh menerima aliran udara dingin secara langsung, suhu tubuh otomatis menurun tanpa terjadi perpindahan kalor. Yang dijelaskan dalam soal adalah anomalia tau menyalahi hukum.
 - E. Rasa dingin muncul karena suhu tubuh menyesuaikan dengan suhu udara sekitar, sehingga kalor mengalir bolak-balik sampai

seimbang.

9. Ventilasi pada bangunan modern sering dirancang berada di bagian atas dan bawah dinding, bukan hanya pada satu sisi. Perancangannya tidak



Gambar 7. Ventilasi atas bawah

sembarangan ada prinsip fisika yang menjadi dasar penempatan ini.

Dalam suatu ruangan tertutup, ketika suhu dalam ruangan meningkat akibat aktivitas manusia atau cahaya matahari yang masuk, suhu udara di dalam ruangan pun naik. Pada saat yang sama, ventilasi bawah dan atas akan memungkinkan terjadinya sirkulasi udara.

Berdasarkan prinsip konveksi alami, manakah penjelasan paling tepat terkait alasan ilmiah di balik pemasangan ventilasi ganda (atas dan bawah) tersebut?

- A. Udara panas dari luar akan masuk melalui ventilasi atas dan mengeluarkan udara dingin dari dalam melalui ventilasi bawah karena udara dingin lebih berat.
- B. Udara di dalam ruangan yang dingin naik ke atas karena massa jenisnya lebih besar, sehingga ventilasi atas digunakan untuk mengeluarkannya.
- C. Udara panas di dalam ruangan naik ke atas karena massa jenisnya lebih kecil, keluar melalui ventilasi atas, dan udara dingin dari luar masuk lewat ventilasi bawah sebagai penggantinya.
- D. Ventilasi atas dan bawah hanya untuk estetika bangunan, sirkulasi udara tidak banyak berhubungan dengan suhu atau konveksi
- E. Ventilasi atas mengeluarkan udara dingin dan ventilasi bawah mengeluarkan udara panas, karena panas selalu bergerak ke arah

bawah dalam fluida.

10. Perhatikan peralatan rumah tangga berikut:
 4. Pemanas air listrik
 5. Oven listrik
 6. Termos air
 Alat manakah yang melibatkan ketiga jenis perpindahan kalor (konduksi, konveksi, dan radiasi)?
 - A. 1 dan 2
 - B. Hanya 2
 - C. Hanya 3
 - D. 1 dan 3
 - E. 2 dan 3
11. Pada pagi hari, rel kereta api yang terbuat dari baja dipasang saat suhu udara sekitar 20°C . Setiap ruas rel memiliki panjang 15 meter. Ketika siang hari, suhu rel bisa meningkat hingga 55°C akibat paparan sinar matahari langsung. Dalam kondisi seperti ini, rel akan mengalami pemuaian karena kenaikan suhu. Jika sambungan antar rel tidak memiliki celah pemuaian yang cukup, rel bisa melengkung. Berdasarkan informasi tersebut, berapa pertambahan panjang satu ruas rel jika koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$?
 - A. 0,004 m
 - B. 0,0063 m
 - C. 0,0126 m
 - D. 0,018 m
 - E. 0,024 m
12. Sebuah tangki air dari logam aluminium digunakan untuk menampung air pada pagi hari saat suhu 25°C . Volume tangki saat itu adalah 1.500 liter. Tangki tersebut ditempatkan di ruang terbuka dan terkena panas matahari secara langsung. Pada siang hari, suhu tangki meningkat hingga 65°C . Jika koefisien muai panjang aluminium adalah $2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, maka berapa volume akhir tangki tersebut akibat pemuaian? (1 liter = $0,001 \text{ m}^3$)
 - A. $1,50144 \text{ m}^3$
 - B. $1,50432 \text{ m}^3$
 - C. $1,50576 \text{ m}^3$
 - D. $1,5072 \text{ m}^3$
 - E. $1,50864 \text{ m}^3$
13. Sebuah perusahaan konstruksi sedang memilih bahan baja terbaik untuk pembangunan rel kereta api di daerah yang memiliki perubahan suhu cukup ekstrem. Setiap batang rel memiliki panjang awal 12 meter dan akan mengalami kenaikan suhu dari 20°C saat dipasang hingga 50°C di siang hari. Berikut adalah data koefisien muai panjang untuk empat jenis baja yang

sedang dipertimbangkan:

Jenis Baja	Koefisien Muai Panjang ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Baja A	$1,0 \times 10^{-5}$
Baja B	$1,1 \times 10^{-5}$
Baja C	$1,2 \times 10^{-5}$
Baja D	$1,3 \times 10^{-5}$

Dari keempat jenis baja tersebut, manakah yang membutuhkan celah pemuaian paling besar agar rel tidak melengkung atau rusak akibat pemuaian saat suhu meningkat?

- A. Baja A, karena memiliki koefisien muai paling kecil
 - B. Baja D, karena memuai paling besar sehingga celahnya harus lebih besar
 - C. Baja C, karena koefisiennya paling mendekati rata-rata
 - D. Baja B, karena memiliki keseimbangan antara kekuatan dan muai panjang
 - E. Semua jenis baja sama, karena panjang awal dan suhu berubahnya sama
14. Sebuah tim insinyur merancang jembatan logam baja yang melintasi sungai besar di daerah pegunungan. Daerah tersebut mengalami fluktuasi suhu ekstrem antara pagi yang dingin dan siang yang sangat panas. Karena jembatan dibangun menggunakan material logam seperti baja, maka perlu dipertimbangkan pemuaian yang akan terjadi agar jembatan dapat bertahan dalam jangka panjang tanpa mengalami kerusakan seperti retak atau lengkungan struktural. manakah strategi desain terbaik yang perlu dilakukan agar jembatan tetap kokoh dan tahan lama, meskipun logam memuai dan menyusut setiap hari?
- A. Menambah massa jembatan agar pemuaian tidak terjadi
 - B. Memilih logam dengan massa jenis besar agar perubahan panjang lebih kecil
 - C. Menyambung logam-logam dengan baut yang dikencangkan maksimal untuk mencegah perubahan panjang
 - D. Mendesain sambungan fleksibel seperti celah pemuaian agar perubahan panjang tidak merusak struktur
 - E. Menutup semua celah logam agar udara luar tidak masuk dan memicu pemuaian
15. Termos minuman dirancang dengan dinding ganda yang memiliki ruang vakum di antara keduanya dan dilapisi permukaan reflektif. Berdasarkan konsep perpindahan kalor, bagaimana desain ini dapat menghambat perubahan suhu minuman di dalamnya?
- A. Permukaan reflektif mempercepat radiasi kalor dari dalam termos
 - B. Ruang vakum meminimalkan perpindahan kalor secara konveksi

- dan konduksi
- C. Dinding ganda mempermudah pertukaran kalor antara bagian dalam dan luar termos
 - D. Ruang vakum memperbesar laju radiasi dari luar ke dalam termos
 - E. Lapisan reflektif menyerap kalor dari luar untuk menjaga suhu minuman
16. Seseorang lebih nyaman mengenakan pakaian tipis dan terang saat musim panas, serta pakaian tebal dan gelap saat musim dingin. Bagaimana penjelasan fenomena ini ditinjau dari konsep perpindahan kalor?
- A. Pakaian terang menyerap lebih banyak kalor dari radiasi
 - B. Warna terang dan bahan tipis mempercepat konduksi kalor ke tubuh
 - C. Warna gelap mengurangi konveksi kalor ke lingkungan
 - D. Warna terang memantulkan radiasi dan bahan tipis menambah hambatan konduksi
 - E. Pakaian tebal dan gelap meningkatkan penyerapan dan menahan kehilangan kalor
17. Terdapat dua cara memasak yang digunakan untuk merebus makanan. Cara pertama menggunakan kompor gas dengan panci terbuka, sedangkan cara kedua menggunakan panci tertutup dengan tekanan tinggi. Dalam kedua metode ini, panas dari kompor digunakan untuk memanaskan makanan hingga matang.
- Berdasarkan prinsip perpindahan kalor, manakah metode memasak yang lebih efisien dalam mempertahankan panas, dan apa alasannya?
- A. Panci terbuka lebih efisien karena mengeluarkan uap lebih cepat
 - B. Panci tertutup lebih efisien karena menjaga seluruh kalor dalam system
 - C. Kompor gas lebih hemat energi karena suhu api lebih tinggi
 - D. Kedua metode memiliki efisiensi yang sama jika waktu memasaknya sama
 - E. Panci tertutup mengurangi kalor jenis bahan makanan
18. Dua alat pemanas air, A dan B, digunakan untuk memanaskan air dari suhu 25°C ke 100°C .
- Pemanas A: daya 400 W, waktu 10 menit
 - Pemanas B: daya 600 W, waktu 8 menit
- Jika kalor jenis air $c=4200 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ dan massa air yang dipanaskan sama, manakah pemanas yang lebih efisien?
- A. Pemanas A, karena waktu lebih lama namun daya kecil
 - B. Pemanas B, karena waktu lebih cepat meski daya besar
 - C. Pemanas A, karena energi total lebih kecil
 - D. Pemanas B, karena menghasilkan lebih banyak kalor

- E. Keduanya sama efisien karena memanaskan air yang sama
19. Sebuah panci digunakan untuk memasak air. Tiga jenis bahan berikut digunakan:

- Alumunium ($k=235 \text{ W/m.K}$)
- Baja ($k=50 \text{ W/m.K}$)
- Tembaga ($k=390 \text{ W/m.K}$)

Jika tujuan utama adalah memasak lebih cepat, bahan manakah yang paling cocok digunakan pada dasar panci?

- A. Baja karena lebih tahan panas
- B. Alumunium karena ringan dan cukup konduktif
- C. Tembaga karena memiliki konduktivitas termal tertinggi
- D. Baja karena paling kuat
- E. Alumunium karena murah
20. Seorang mahasiswa yang tinggal di kosan ingin memasak 2 liter air setiap pagi. Ia memiliki tiga pilihan kompor listrik dengan daya berbeda dan tiga pilihan panci yang terbuat dari bahan berbeda, masing-masing dengan konduktivitas termal tertentu. Tujuannya adalah memanaskan air dari suhu awal 30°C hingga mendidih pada 100°C dengan cara yang paling hemat energi dan memerlukan waktu paling singkat.

Berikut data pilihan yang tersedia:

Kompor	Daya (W)	Tegangan (V)
Kompor A	1000 W	220 V
Kompor B	1200 W	220 V
Kompor C	1500 W	220 V

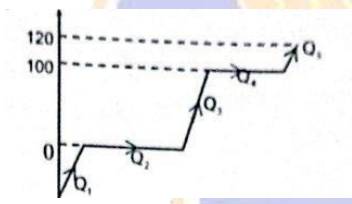
Panci	Bahan	Konduktivitas Termal ($k, \text{W/m}\cdot\text{K}$)
Panci X	Tembaga	390
Panci Y	Alumunium	235
Panci Z	Baja	50

Jika mahasiswa ingin memanaskan air dengan penggunaan energi paling sedikit dan waktu paling cepat, kombinasi kompor dan panci manakah yang paling efisien?

- A. Kompor A dan Panci Z
- B. Kompor B dan Panci Y
- C. Kompor A dan Panci X
- D. Kompor C dan Panci Z
- E. Kompor C dan Panci X

Lampiran 1.6

Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar yang Digunakan Dalam Penelitian

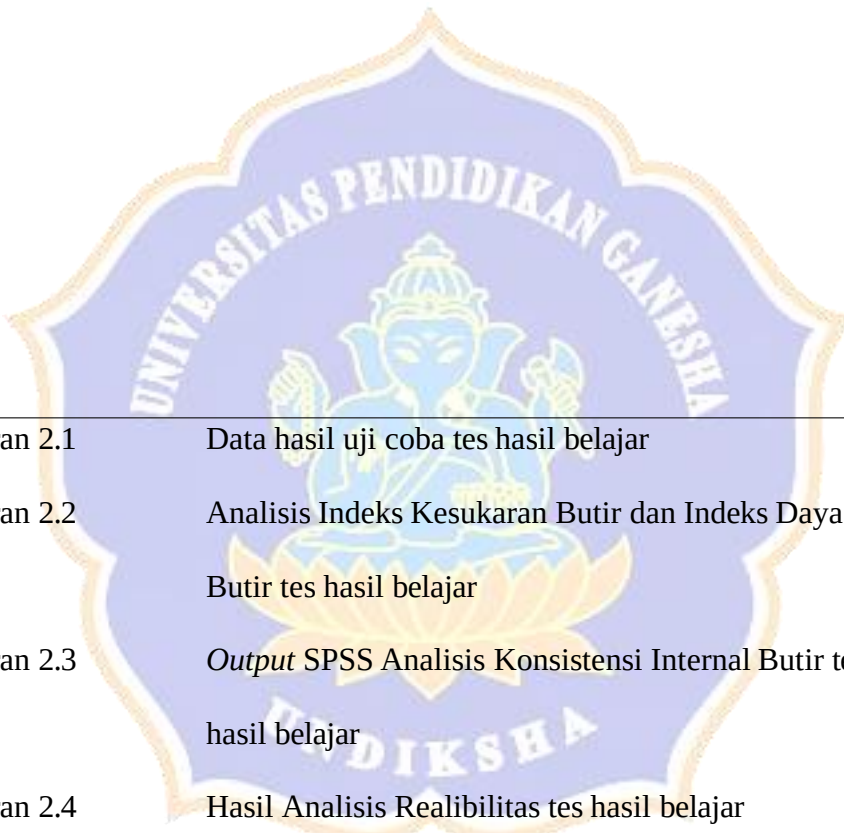
No	Penyelesaian	Kunci Jawaban
1	$\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{Y - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}}$ $\frac{104 - 32}{212 - 32} = \frac{Y - 0}{100 - 0}$ $\frac{72}{180} = \frac{Y}{100}$ $7200 = 180Y$ $Y = \frac{7200}{180}$ $Y = 40$	D
2	$m_1 c \Delta T_1 = m_2 c \Delta T_2$ $150(90 - T) = 100(T - 30)$ $13.500 - 150T = 100T - 3000$ $16.500 = 250T$ $T = 66^\circ\text{C}$	C
3	$86^\circ\text{F} = \frac{9}{5}(86 - 32)$ $86^\circ\text{F} = 30^\circ\text{C}$	C
4	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = (0,25)(4.200)(80 - 25)$ $Q = 57.750 \text{ J}$	C
5	$Q = m \cdot L$ $Q = (0,1)(334.000)$ $Q = 33.400 \text{ J}$	A
6	 $Q_1 = m c_{es} \Delta T$ $Q_1 = (5)(0,5)(20)$ $Q_1 = 50 \text{ kkal}$ $Q_2 = m L_{es}$ $Q_2 = (5)(80)$ $Q_2 = 400 \text{ kkal}$ $Q_3 = m c_{air} \Delta T$ $Q_3 = (5)(1)(100)$ $Q_3 = 500 \text{ kkal}$ $Q_4 = m L_{air}$ $Q_4 = (5)(540)$	E

	$Q_4 = 2700 \text{ kkal}$ $Q_5 = mc_{\text{uap}}\Delta T$ $Q_5 = (5)(2)(20)$ $Q_5 = 200 \text{ kkal}$ $Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ $Q_{\text{total}} = 3850 = 3,85 \times 10^3 \text{ kkal}$	
7	$Q = mc\Delta T$ $Q = (0,3)(4,200)(70)$ $Q = 88.200 \text{ J}$ $t = \frac{Q}{W}$ $t = \frac{88.200}{420}$ $t = 210 \text{ s}$	A
8	AC menggunakan kipas untuk menghembuskan udara dingin, ini disebut konveksi paksa, bukan alami. Udara dingin menyentuh tubuh bukan berarti kalor mengalir dari udara ke tubuh, melainkan karena suhu tubuh lebih tinggi, kalor tetap mengalir dari tubuh ke udara. Sensasi "dingin" itu karena kehilangan kalor dari tubuh, bukan karena tubuh menyerap udara dingin.	C
9	Dalam konveksi alami, udara panas memiliki massa jenis lebih kecil dibanding udara dingin, sehingga naik ke atas. Ventilasi atas memungkinkan udara panas keluar, sedangkan ventilasi bawah memberi jalan bagi udara dingin dari luar untuk masuk ke ruangan. Ini menciptakan sirkulasi udara alami yang menurunkan suhu dalam ruangan tanpa bantuan kipas atau AC	C
10	Pemanas air: konduksi (elemen ke air), konveksi (sirkulasi air), radiasi (jika terbuka). Oven: semua jenis perpindahan terjadi. Termos: justru mencegah perpindahan kalor.	A
11	$\Delta L = L_0\alpha\Delta T$ $\Delta L = (15)(4,2 \times 10^{-5})(35)$ $\Delta L = 6,3 \times 10^{-3}$	B
12	$\Delta V = V_03\alpha\Delta T$ $3\alpha = (3)(2,4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}) = 7,2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ $\Delta V = (1,5)(7,2 \times 10^{-5})(40)$ $\Delta V = 0,00432$ $V_0 + \Delta V = 1,5 + 0,00432 = 1,50432 \text{ m}^3$	B
13	$\Delta L = L_0\alpha\Delta T$ Perhitungan ΔL: Baja A	B

	$\Delta L = (12)(1,0 \times 10^{-5})(30) = 0,0036 \text{ m}$ Baja B $\Delta L = (12)(1,1 \times 10^{-5})(30) = 0,00396 \text{ m}$ Baja C $\Delta L = (12)(1,2 \times 10^{-5})(30) = 0,00432 \text{ m}$ Baja D $\Delta L = (12)(1,4 \times 10^{-5})(30) = 0,00468 \text{ m}$	
14	Panjang jembatan saat suhu rendah adalah L_0 Perubahan suhu harian sebesar ΔT Koefisien muai panjang logam adalah α Berdasarkan rumus pemuaian panjang: $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ Jawaban yang benar: D. Mendesain sambungan fleksibel seperti celah pemuaian agar perubahan panjang tidak merusak struktur	D
15	Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan medium, vakum menghilangkan medium, sehingga kedua mekanisme itu dicegah.	B
16	Untuk musim dingin: agar tubuh tidak kehilangan panas, maka digunakan pakaian tebal (menghambat konduksi, sesuai $Q = \frac{k.A.\Delta T.t}{L}$, di mana L besar dan Q kecil). Warna gelap memiliki emisivitas tinggi (e) yang meningkatkan Q/t dari radiasi matahari, membantu tubuh tetap hangat. Di musim panas, kebalikannya: warna terang memantulkan radiasi dan bahan tipis mempercepat pelepasan kalor tubuh ke lingkungan.	E
17	Efisiensi berkaitan dengan jumlah kalor Q yang benar-benar diserap oleh makanan. Dalam sistem tertutup, kalor tidak hilang ke lingkungan melalui uap atau udara $\rightarrow Q$ dari pemanas $\approx Q$ untuk makanan. Pada sistem terbuka, sebagian besar Q hilang melalui uap air (kalor laten uap), sehingga efisiensinya lebih rendah.	B
18	$W = P.t$ $A = (400)(600) = 240.000 \text{ J}$ $B = (600)(480) = 288.000 \text{ J}$ Rumus kalor: $Q = m.c.\Delta T$ Misalkan massa air = m (sama untuk A dan B)=1kg, $\Delta T = 100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}$ $Q = m.(4200)(75).\Delta T$ $Q = 315.000m$ efisiensi masing-masing pemanas (relatif terhadap	C

	m): Pemanas A: $\eta_A = \frac{315.000}{240.000} 100\% = 131,25\%$ Pemanas B: $\eta_A = \frac{315.000}{288.000} 100\% = 109,375\%$ Karena massa dan kenaikan suhu sama, maka alat A menggunakan lebih sedikit energi lebih efisien.	
19	Konduktivitas termal tinggi berarti panas dihantarkan lebih cepat jadi memasak lebih cepat.	C
20	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = (2)(4.200)(70) = 588.000 \text{ J}$ Langkah 2: Hitung waktu minimum yang dibutuhkan tiap kompor $t=Q/P$ Kompor A: $t=588.000/1000=588 \text{ s}=9,8 \text{ menit}$ Kompor B: $t=588.000/1200 \approx 490 \text{ s}=8,2 \text{ menit}$ Kompor C: $t=588.000/1500 \approx 392 \text{ s}=6,5 \text{ menit}$ Langkah 3: Evaluasi panci berdasarkan konduktivitas termal Semakin tinggi nilai k, semakin cepat panas merambat ke air: Panci X (Tembaga, $k=390$): Paling cepat menghantarkan panas Panci Y (Alumunium, $k=235$): Sedang Panci Z (Baja, $k=50$): Lambat Langkah 4: Evaluasi kombinasi Kompor C yang paling cepat Panci X yang paling cepat menghantarkan Kombinasi ini menghasilkan pemanasan tercepat dan konduksi tercepat, sehingga lebih efisien dalam waktu dan energi total (meski daya besar, waktu pendek dengan energi tetap rendah).	E

LAMPIRAN II
HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN



Lampiran 2.1	Data hasil uji coba tes hasil belajar
Lampiran 2.2	Analisis Indeks Kesukaran Butir dan Indeks Daya Beda Butir tes hasil belajar
Lampiran 2.3	<i>Output</i> SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir tes hasil belajar
Lampiran 2.4	Hasil Analisis Realibilitas tes hasil belajar
Lampiran 2.5	Rekapitulasi hasil uji coba tes hasil belajar

Lampiran 2.1

Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

Pokok Bahasan : Suhu & Kalor
 Nama Sekolah : SMAN 2 Singaraja
 Kelas : XI
 Jumlah Responden : 46
 Jumlah Butir Soal : 30

- Butir Soal Nomor 1-12

[illegible]

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

• Butir Soal Nomor 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
4	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
6	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
7	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
8	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
10	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
12	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
14	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
18	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
19	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
20	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
21	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
23	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
24	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
25	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
26	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
27	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
28	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
29	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
30	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
31	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
32	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
33	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
34	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
35	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
36	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
37	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
38	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
39	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
40	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
41	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
42	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
43	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
44	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
45	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
46	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
47	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
48	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1

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

• Butir Soal Nomor 25-30

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

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
19	0	0	0	1	0	1	21
20	0	0	0	1	0	1	18
21	0	0	0	0	1	1	21
22	0	0	0	1	0	1	14
23	0	0	0	1	0	1	14
24	0	0	1	1	1	1	12
25	1	1	1	0	0	0	11
26	1	1	1	1	0	0	20
27	0	0	0	1	0	0	15
28	0	0	0	1	0	0	20
29	0	0	0	1	0	1	18
30	0	0	0	1	0	0	15
31	0	0	0	1	0	0	15
32	1	1	1	1	0	1	21
33	1	1	1	1	0	1	19
34	0	1	0	1	0	0	20
35	1	1	1	1	1	1	26
36	0	0	0	1	0	1	15
37	0	0	0	1	0	1	16
38	0	0	0	1	0	1	13
39	0	0	0	1	0	1	14
40	0	0	0	1	0	1	16
41	1	1	1	1	0	1	16
42	0	0	0	1	0	1	15
43	0	0	0	1	0	1	15
44	0	0	0	1	0	1	15
45	0	0	0	1	0	1	15
46	0	0	0	1	0	1	15
47	0	0	0	1	0	1	16
48	0	0	0	1	0	1	18
49	1	0	1	1	0	1	15
50	0	0	0	1	0	1	15
51	0	0	0	1	0	1	16
52	0	0	0	1	0	1	15
53	0	0	0	1	0	1	15
54	0	0	0	1	0	1	15
55	0	0	0	1	0	1	15
56	0	0	0	1	0	1	15
57	0	0	0	1	0	1	13
58	0	0	1	1	0	1	15
59	0	0	1	0	0	1	13
60	0	0	0	1	0	1	15
61	1	0	0	1	0	1	16
62	0	0	0	1	0	1	15

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
63	0	0	0	1	1	1	16
64	0	0	0	1	1	1	15
65	0	0	1	1	1	1	16
66	0	0	1	1	1	1	16
67	0	0	1	1	0	1	13
68	0	0	1	1	0	1	14
69	0	0	1	1	0	1	15
70	1	1	1	0	1	1	20

Kelompok Atas 27%

- Butir Soal Nomor 1-12

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
41	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
51	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
29	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
70	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
32	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
35	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- Butir Soal Nomor 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
41	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
51	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
29	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
18	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
19	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
17	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
32	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
12	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

• Butir Soal Nomor 25-30

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
25	1	1	1	0	1	0	21
41	1	1	1	1	1	1	19
51	0	1	0	1	1	1	19
29	0	0	0	1	1	1	22
18	0	0	0	1	0	1	20
19	0	0	0	1	1	1	21
2	0	1	1	1	0	0	21
3	1	0	1	0	1	0	20
17	0	0	0	1	0	1	21
5	0	0	1	0	1	1	22
70	1	1	1	0	1	1	24
1	0	1	0	1	0	0	23
21	0	0	0	0	1	1	22
32	1	1	1	1	1	1	24
6	1	1	1	1	1	0	26
12	0	0	1	1	1	1	23
11	0	0	1	1	0	1	25
35	1	1	1	1	1	1	25
16	0	1	1	1	1	1	27
15	0	1	1	1	1	1	28

Kelompok Bawah 27%

• Butir Soal Nomor 1-12

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
38	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
46	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
59	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
67	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
43	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
39	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
31	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
42	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
50	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
52	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
55	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
65	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
66	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
48	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
57	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
13	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
53	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0

• Butir Soal Nomor 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
24	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
38	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
46	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
59	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
67	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
43	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
69	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
39	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
31	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
42	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
50	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
52	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
55	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
65	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
48	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
57	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
53	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1

• Butir Soal Nomor 25-30

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
9	1	0	1	1	0	0	11
24	0	0	1	1	1	1	11
38	0	0	0	1	0	1	8
46	0	0	0	1	0	1	11
59	0	1	1	0	0	1	12
67	0	0	1	1	0	1	9
43	0	0	0	1	0	1	11
69	0	1	1	1	0	1	9
39	0	0	0	1	1	1	13
31	0	1	0	1	0	0	13
42	0	0	0	1	1	1	12
50	0	0	0	1	0	1	13
52	0	0	0	1	0	1	11
55	0	0	0	1	1	1	11
65	0	0	1	1	0	1	10
66	0	0	1	1	1	1	11
48	0	0	0	1	0	1	11
57	0	1	0	1	0	1	14
13	1	1	0	1	1	1	13
53	0	1	0	1	0	1	14

Nomor Responden	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
45	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
54	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
56	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
68	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
23	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
61	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
33	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
4	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
26	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
28	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
34	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
25	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
41	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
51	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
29	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
70	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
32	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
35	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IDB	0,5	0,25	0,4	0,35	0,8	0,3	-0,1	0,45	0,85	0,75	0,85	0,4
IKB	0,64	0,5	0,72	0,61	0,44	0,45	0,07	0,6	0,37	0,58	0,67	0,31

- Butir Soal Nomor 13-24

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
24	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
38	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
46	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
59	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
67	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
43	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
69	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
39	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
31	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
42	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
50	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
52	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
55	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
48	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
57	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
53	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
64	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
37	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
40	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
7	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
20	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
27	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
30	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
36	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
44	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
49	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
58	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
60	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
62	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
10	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
47	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
63	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
8	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
22	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
45	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
54	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
56	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
68	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
23	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
61	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1

Nomor Responden	Nomor Soal											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
33	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
4	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
26	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
28	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
34	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
14	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
25	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
41	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
51	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
29	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
18	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
19	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
17	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
21	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
32	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
6	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
12	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
35	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IDB	0,35	0,3	0,7	0,75	0,6	0,05	0,35	0,5	0,45	-0,1	0,3	0,25
IKB	0,47	0,37	0,42	0,47	0,66	0,68	0,51	0,61	0,37	0,74	0,51	0,51

• Butir Soal Nomor 25-30

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
9	1	0	1	1	0	0	11
24	0	0	1	1	1	1	11
38	0	0	0	1	0	1	8
46	0	0	0	1	0	1	11
59	0	1	1	0	0	1	12
67	0	0	1	1	0	1	9
43	0	0	0	1	0	1	11
69	0	1	1	1	0	1	9

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
39	0	0	0	1	1	1	13
31	0	1	0	1	0	0	13
42	0	0	0	1	1	1	12
50	0	0	0	1	0	1	13
52	0	0	0	1	0	1	11
55	0	0	0	1	1	1	11
65	0	0	1	1	0	1	10
66	0	0	1	1	1	1	11
48	0	0	0	1	0	1	11
57	0	1	0	1	0	1	14
13	1	1	0	1	1	1	13
53	0	1	0	1	0	1	14
64	0	1	0	1	1	1	12
37	0	0	0	1	0	1	11
40	0	0	0	1	0	1	11
7	1	1	1	1	0	0	15
20	0	0	0	1	0	1	13
27	0	1	0	1	1	0	15
30	0	1	0	1	0	0	14
36	0	1	0	1	1	1	12
44	0	1	0	1	1	1	12
49	1	1	1	1	1	1	14
58	0	1	1	1	1	1	12
60	0	0	0	1	1	1	12
62	0	1	0	1	1	1	12
10	0	1	1	1	1	1	14
47	0	0	0	1	1	1	14
63	0	0	0	1	1	1	14
8	1	0	1	1	0	0	14
22	0	0	0	1	0	1	14
45	0	0	0	1	1	1	10
54	0	0	0	1	1	1	10
56	0	0	0	1	1	1	9
68	0	0	1	1	1	1	11
23	0	0	0	1	0	1	10
61	1	0	0	1	1	1	11
33	1	1	1	1	0	1	13
4	0	1	0	1	0	0	15
26	1	1	1	1	0	0	17
28	0	0	0	1	0	0	17
34	0	1	0	1	0	0	15
14	0	0	0	1	0	1	15
25	1	1	1	0	1	0	21
41	1	1	1	1	1	1	19

Nomor Responden	Nomor Soal						Skor Total
	25	26	27	28	29	30	
51	0	1	0	1	1	1	19
29	0	0	0	1	1	1	22
18	0	0	0	1	0	1	20
19	0	0	0	1	1	1	21
2	0	1	1	1	0	0	21
3	1	0	1	0	1	0	20
17	0	0	0	1	0	1	21
5	0	0	1	0	1	1	22
70	1	1	1	0	1	1	24
1	0	1	0	1	0	0	23
21	0	0	0	0	1	1	22
32	1	1	1	1	1	1	24
6	1	1	1	1	1	0	26
12	0	0	1	1	1	1	23
11	0	0	1	1	0	1	25
35	1	1	1	1	1	1	25
16	0	1	1	1	1	1	27
15	0	1	1	1	1	1	28
IDB	0,25	0,25	0,3	-0,2	0,45	-0,15	
IKB	0,21	0,52	0,4	0,91	0,52	0,78	



Lampiran 2.3

Output SPSS Analisis Konsistensi Analisis Internal Butir Tes Hasil Belajar

- Butir Soal Nomor 1-10

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sko r Tot al
1	Pearson Correlation	1	-0,122	0,148	0,094	.304*	-0,034	-0,029	0,167	.326**	0,039	.312
	Sig. (2-tailed)		0,315	0,220	0,439	0,010	0,779	0,810	0,166	0,006	0,749	0,009
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
2	Pearson Correlation	-0,122	1	0,170	0,105	0,167	0,187	-0,120	-0,036	0,097	0,213	.325
	Sig. (2-tailed)	0,315		0,158	0,385	0,168	0,120	0,322	0,766	0,426	0,077	0,006
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
3	Pearson Correlation	0,148	0,170	1	0,020	.498**	-0,020	-.286*	-0,004	.403**	.269*	.438
	Sig. (2-tailed)	0,220	0,158		0,868	0,000	0,868	0,017	0,975	0,001	0,024	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
4	Pearson Correlation	0,094	0,105	0,020	1	0,105	0,209	.247*	.244*	0,171	0,218	.338
	Sig. (2-tailed)	0,439	0,385	0,868		0,385	0,083	0,039	0,042	0,156	0,070	0,004
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5	Pearson Correlation	.304*	0,167	.498**	0,105	1	0,129	-0,187	0,145	.821**	.450**	.688
	Sig. (2-tailed)	0,010	0,168	0,000	0,385		0,288	0,121	0,232	0,000	0,000	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
6	Pearson Correlation	-0,034	0,187	-0,020	0,209	0,129	1	-0,051	0,112	0,125	0,131	.308
	Sig. (2-tailed)	0,779	0,120	0,868	0,083	0,288		0,677	0,356	0,301	0,278	0,009
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
7	Pearson Correlation	-0,029	-0,120	-.286*	.247*	-0,187	-0,051	1	0,157	-0,157	-0,030	-0,172
	Sig. (2-tailed)	0,810	0,322	0,017	0,039	0,121	0,677		0,196	0,196	0,803	0,154
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
8	Pearson Correlation	0,167	-0,036	-0,004	.244*	0,145	0,112	0,157	1	0,040	0,194	.242
	Sig. (2-tailed)	0,166	0,766	0,975	0,042	0,232	0,356	0,196		0,741	0,108	0,044
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
9	Pearson Correlation	.326**	0,097	.403**	0,171	.821**	0,125	-0,150	0,040	1	.406**	.689

	on							7				
	Sig. (2-tailed)	0,006	0,426	0,001	0,156	0,000	0,301	0,196	0,741		0,000	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
10	Pearson Correlation	0,039	0,213	.269*	0,218	.450**	0,131	-0,030	0,194	.406**	1	.495
	Sig. (2-tailed)	0,749	0,077	0,024	0,070	0,000	0,278	0,803	0,108	0,000		0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

• Butir Soal Nomor 11-20

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Skor Total
11	Pearson Correlation	0,177	0,075	.257*	0,091	.509**	-0,091	-.272*	0,218	.538**	.523**	.569**
	Sig. (2-tailed)	0,143	0,540	0,032	0,455	0,000	0,455	0,023	0,070	0,000	0,000	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
12	Pearson Correlation	.248*	0,201	.413**	-0,058	.452**	-0,004	-.376**	0,011	.371**	.382**	.473**
	Sig. (2-tailed)	0,039	0,095	0,000	0,632	0,000	0,977	0,001	0,929	0,002	0,001	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
13	Pearson Correlation	-0,132	0,047	.319**	-0,167	.397**	0,053	-0,230	-0,162	.399**	.329**	.384**
	Sig. (2-tailed)	0,275	0,701	0,007	0,166	0,001	0,666	0,055	0,179	0,001	0,005	0,001
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
14	Pearson Correlation	-0,044	-0,084	0,070	0,112	0,097	-0,112	0,224	-0,021	0,143	0,226	.298*
	Sig. (2-tailed)	0,717	0,487	0,563	0,356	0,426	0,356	0,062	0,863	0,236	0,060	0,012
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
15	Pearson Correlation	.284*	0,118	.399**	0,041	.766**	0,075	-0,217	0,068	.649**	.260*	.667**
	Sig. (2-tailed)	0,017	0,331	0,001	0,734	0,000	0,540	0,071	0,574	0,000	0,030	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
16	Pearson Correlation	.286*	0,164	.448**	-0,053	.689**	0,053	-.361**	-0,044	.755**	.388**	.668**
	Sig. (2-tailed)	0,016	0,176	0,000	0,666	0,000	0,666	0,002	0,718	0,000	0,001	0,000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
17	Pearson Correlation	0,183	0,131	-0,105	.421**	0,012	0,222	.254*	.398**	0,084	.260*	.326**
	Sig. (2-tailed)	0,130	0,280	0,387	0,000	0,922	0,064	0,034	0,001	0,487	0,029	0,006
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Pearson	0,06	0,08	0,14	0,20	0,19	-	0,04	-	0,19	0,06	.421**

27	Pearson Correlation	0,000	-0,012	0,039	-0,129	0,048	0,012	-0,120	-0,157	0,157	0,036	.342**
	Sig. (2-tailed)	1,000	0,922	0,746	0,288	0,695	0,923	0,322	0,195	0,195	0,770	0,004
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
28	Pearson Correlation	-0,015	-0,062	-0,072	-0,179	-0,167	-0,129	-0,063	-0,024	-0,187	-.258*	-.291*
	Sig. (2-tailed)	0,901	0,607	0,553	0,139	0,168	0,288	0,602	0,843	0,121	0,031	0,014
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
29	Pearson Correlation	0,013	0,129	0,003	.282*	-0,047	0,177	0,034	0,222	-0,044	0,135	.239*
	Sig. (2-tailed)	0,916	0,289	0,982	0,018	0,701	0,142	0,782	0,065	0,718	0,264	0,046
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
30	Pearson Correlation	-0,171	0,000	-.319**	0,150	-.355**	-0,010	.489**	0,031	-0,175	-0,227	-0,189
	Sig. (2-tailed)	0,156	1,000	0,007	0,216	0,003	0,935	0,000	0,800	0,147	0,059	0,117
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

Kriteria estimasi yang digunakan dalam menganalisis konsistensi internal butir adalah ketika $\gamma_{pbi} > 0,40$ maka butir soal sangat baik dan bisa langsung digunakan, Ketika $0,30 < \gamma_{pbi} < 0,39$ maka butir soal baik dan perlu sedikit perbaikan, Ketika $0,20 < \gamma_{pbi} < 0,29$ maka butir soal cukup dan perlu perbaikan, ketika $\gamma_{pbi} < 0,19$ maka butir jelek dan tidak dapat digunakan sehingga harus dilakukan revisi ulang. Kriteria butir soal yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah $0,20 < \gamma_{pbi} < 0,30$.

Lampiran 2.4

Hasil Analisis Realibilitas Tes Hasil Belajar

n	70
n-2	68
$\sum pq$	6,887164
$S_{varians}$	26,86729
KR-20	0,769303

Kriteria yang dapat digunakan adalah ketika koefisien reliabilitas mencapai nilai rentang 0,60 - 0,80, menunjukkan bahwa tes tersebut dianggap dapat diterima menurut pandangan Long et al. (dalam Santyasa, 2014).



Lampiran 2.5

Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

No. Soal	Konsistensi Internal Butir $\gamma_{pbi} > 0,30$		Indeks Daya Beda Butir (IDB) > 0,20		Indeks Kesukaran Butir 0,30 – 0,70		Keputusan
	γ_{pbi}	Kriteria	IDB	Kriteria	IKB	Kriteria	
1	.312	Valid	0,5	Sedang	0,64	Mudah	Digunakan
2	.325	Valid	0,25	Rendah	0,5	Sedang	Digunakan
3	.438	Valid	0,4	Rendah	0,72	Mudah	Tidak Digunakan
4	.338	Valid	0,35	Rendah	0,61	Mudah	Digunakan
5	.688	Valid	0,8	Tinggi	0,4	Sukar	Tidak Digunakan
6	.308	Valid	0,3	Rendah	0,45	Sedang	Digunakan
7	-0,172	Tidak Valid	-0,1	Sangat Rendah	0,74	Mudah	Tidak Digunakan
8	.242	Valid	0,45	Sedang	0,62	Mudah	Digunakan
9	.689	Valid	0,85	Sangat Tinggi	0,37	Sukar	Digunakan
10	.495	Valid	0,75	Tinggi	0,58	Sedang	Digunakan
11	.569	Valid	0,85	Sangat Tinggi	0,67	Mudah	Tidak Digunakan
12	.473	Valid	0,4	Rendah	0,31	Sukar	Digunakan
13	.384	Valid	0,35	Rendah	0,47	Sedang	Digunakan
14	.298	Valid	0,3	Rendah	0,37	Sukar	Digunakan
15	.667	Valid	0,7	Tinggi	0,42	Sedang	Tidak Digunakan
16	.668	Valid	0,75	Tinggi	0,47	Sedang	Digunakan
17	.326	Valid	0,6	Sedang	0,6	Sedang	Digunakan
18	.421	Valid	-0,05	Sangat Rendah	0,68	Mudah	Tidak Digunakan
19	.285	Valid	0,35	Rendah	0,51	Sedang	Digunakan
20	.308	Valid	0,5	Sedang	0,61	Mudah	Digunakan
21	.499	Valid	0,45	Sedang	0,37	Sukar	Digunakan
22	.433	Valid	-0,1	Sangat Rendah	0,74	Mudah	Tidak Digunakan
23	.483	Valid	0,3	Rendah	0,51	Sedang	Digunakan
24	.333	Valid	0,25	Rendah	0,51	Sedang	Digunakan
25	.257	Valid	0,25	Rendah	0,21	Sukar	Tidak Digunakan
26	.283	Valid	0,25	Rendah	0,52	Sedang	Digunakan
27	.342	Valid	0,3	Rendah	0,4	Sukar	Digunakan
28	-291	Tidak Valid	-0,2	Sangat Rendah	0,91	Sangat Mudah	Tidak Digunakan
29	.239	Valid	0,45	Sedang	0,52	Sedang	Digunakan
30	-0,189	Tidak Valid	-0,15	Sangat Rendah	0,78	Mudah	Tidak Digunakan

LAMPIRAN III
PERANGKAT PEMBELAJARAN



Lampiran 3.1	Modul Ajar Kelas Kontrol (Model Pembelajaran <i>Direct Instruction</i>)
Lampiran 3.2	Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model PBL Berbantuan Video Pembelajaran)

Kurikulum
Merdeka



Direct Intructional Learning



Modul Ajar FISIKA



Untuk Kelas IX Semester 2

***Suhu &
Kalor***



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas : XI
Alokasi Waktu : 8 JP (2 X PERTEMUAN@4 JP)
Judul Modul : SUHU DAN KALOR

B. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu memahami prinsip-prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer dan perhitungan digital lainnya. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum, dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.

C. Profil Pelajar Pancasila

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

D. Tujuan Pembelajaran

Menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor dan menunjukkan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari sifat-sifat zat dan perubahan wujud.

E. Sarana Dan Prasarana

- | | | |
|----------------------|----------------------------|-------------------|
| 1. Handout materi | 2. Papan tulis/White Board | 3. Lembar kerja |
| 4. Proyektor/infokus | 5. Laptop/PC | 6. Referensi lain |

F. Petunjuk Penggunaan Modul

Mulailah sebelum mempelajari isi modul ini dengan berdoa, agar ilmu yang kita dapat membawa manfaat dan keberkahan dalam hidup kita.

Berikut petunjuk penggunaan modul ini :

1. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan cermat
2. Jawablah soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar terlebih
3. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka bacalah terlebih dahulu petunjuknya, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada guru

G. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Suhu, Pengaruh kalor pada zat dan Azas Black

Kedua : Pemuaian panjang, luas dan volume zat

Ketiga : Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi

H. Model Pembelajaran

Menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*.

I. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru	5 menit
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi suhu kalor dengan beberapa pertanyaan	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru sebagai pengantar pembelajaran	5 menit
Kegiatan Inti		

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan slide materi yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya	Mengamati slide materi yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi sesuai pengetahuan peserta didik	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada peserta didik mengenai hal yang belum di pahami	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

Pertemuan 2

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru	5 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi pemuatan panjang, luas dan volume pada zat dengan beberapa pertanyaan	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru sebagai penghantar pembelajaran	5 menit
Kegiatan Inti		
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan slide materi yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya	Mengamati slide materi yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
sesuai pengetahuan peserta didik		
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada peserta didik mengenai hal yang belum di pahami	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

Pertemuan 3

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru	5 menit
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi perpindahan kalor dengan beberapa pertanyaan	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru sebagai pengantar pembelajaran	5 menit
Kegiatan Inti		
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan slide materi yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan	Mengamati slide materi yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya		
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi sesuai pengetahuan peserta didik	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
peserta didik mengenai hal yang belum di pahami		
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

J. ASESMEN PEMBELAJARAN

a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

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

b) Penilaian Pengetahuan

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

c) Penilaian Keterampilan

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

REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Lembar Refleksi Guru

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

Lembar Refleksi Peserta Didik

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

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SUHU

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain;
2. menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut; dan
3. menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama.

B. Uraian Materi

1. Suhu



Salah satu langkah antisipasi pencegahan terinfeksi virus corona adalah memeriksa suhu tubuh seperti terlihat pada gambar. Maka dari itu, di sejumlah tempat umum seperti pusat perbelanjaan hingga bandara selalu menerapkan pengecekan suhu tubuh. Dari suhu tubuh itulah, seseorang bisa mengetahui kondisi tubuhnya sedang sehat atau tidak. Upaya ini merupakan salah satu cara pencegahan penularan covid -19. Sehingga dapat kita simpulkan betapa pentingnya suhu dalam kehidupan kita sehari-hari. Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang dirasakan indera. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur suhu dinamakan termometer.

a. Termometer



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

b. Skala Suhu

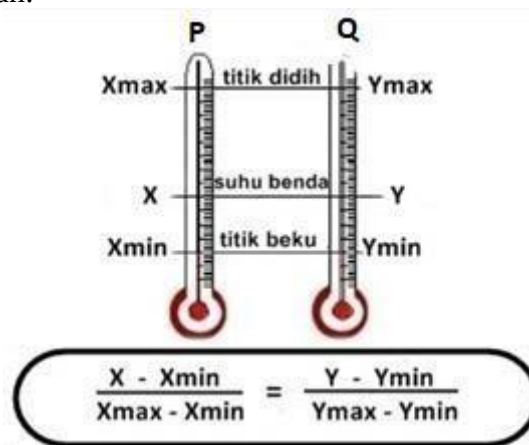
Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Reamur ($^{\circ}\text{R}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan Kelvin (K)

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

Konversi antara 4 skala tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut :

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

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



Contoh soal

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F . Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin!

Jawab

Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\frac{95 - 32}{212 - 32} = \frac{Y - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{63}{180} = \frac{Y - 273}{100}$$

$$6.300 = 180Y - 49.140$$

$$6.300 + 49.140 = 180Y$$

$$55.440 = 180Y$$

$$Y = \frac{55.440}{180} = 308$$

2. Kalor

a. Pengaruh Kalor pada zat



Gambar 1. 1 merebus air

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

1) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

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

Secara matematis $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

Dengan

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

m = massa zat (Kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas (J)

TABEL KALOR JENIS BEBERAPA ZAT

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

Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau $1^{\circ}C$.

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

Dengan

C = kapasitas kalor ($J/^{\circ}C$)

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

m = massa zat (Kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas (J)

Contoh Soal

Air sebanyak 3 kg bersuhu $10^{\circ}C$ dipanaskan hingga bersuhu $35^{\circ}C$. Jika kalor jenis $4.186 J/Kg^{\circ}C$, tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Diketahui :

$m = 3 \text{ kg}$

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

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

Ditanyakan $Q = ..?$

Jawab

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

$Q = (3)(4.186)(25)$

$Q = 313.950 \text{ J}$

2) Perubahan Wujud Zat

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

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

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

Dengan

L = Kalor laten (J/Kg)

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

M = massa zat (Kg)

Contoh soal

Air sebanyak 100 gram bersuhu $40^{\circ}C$ disiramkan pada balok es bersuhu $0^{\circ}C$ hingga semua es melebur. Jika kalor lebur es $0,5 \text{ kkal/kg}$ dan kalor jenis air $1 \text{ kkal/Kg}^{\circ}C$, tentukan massa es yang melebur.

Pembahasan Diketahui:

$m_{\text{air}} = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$

$T_{\text{air}} = 40^{\circ}C$

$C_{\text{air}} = 1 \text{ kkal/kg}$

$$L_b = 0,5 \text{ kkal/kg}$$

Ditanyakan: mes ?

Jawab

Dalam kasus ini, air melepaskan kalor dan es menerima kalor, Suhu air sama dengan suhu es yakni 0°C .

$$Q_{air} = Q_{es}$$

$$m_{air}c_{air}\Delta T = m_{es}L_b$$

$$(0,1)(1)(40) = m_{es}(0,5)$$

$$m_{es} = \frac{4}{0,5}$$

$$m_{es} = 8 \text{ Kg}$$

3) Azas Black

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

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

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

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

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

Keterangan:

Qlepas = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

Qterima = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

Besarnya kalor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

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

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

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

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

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

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

Keterangan:

m_1 = massa benda 1 yang suhunya tinggi (kg)

m_2 = massa benda 2 yang suhunya rendah (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$)

c_2 = kalor jenis benda 2 ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$)

T_1 = suhu mula-mula benda 1 ($^\circ\text{C}$ atau K)

$$T_2 = \text{suhu mula-mula benda 2 (}^{\circ}\text{C atau K)}$$

$$T_c = \text{suhu akhir atau suhu campuran (}^{\circ}\text{C atau K)}$$

Contoh soal

Air bermassa 200 gram bersuhu 30°C dicampur air mendidih bermassa 100 gram dan bersuhu 90°C . (Kalor jenis air = $1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$). Suhu air campuran pada saat keseimbangan termal adalah....

Pembahasan

Diketahui

$$m_2 = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$$

$$T_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = 90^{\circ}\text{C}$$

$$m_1 = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$$

$$c = 1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan

$$T_c = \dots ?$$

Jawab

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

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

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

$$(0,1)(1)(90 - T_c) = (0,2)(1)(T_c - 30)$$

$$9 - 0,1T_c = 0,2T_c - 6$$

$$15 = 0,3T_c$$

$$T_c = \frac{15}{0,3} = 50^{\circ}\text{C}$$

C. Rangkuman

1. Kalor merupakan proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu
2. Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor.

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

3. Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau 1°C . Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

4. Kalor laten merupakan kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa.

Secara matematis

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

5. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut.

“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi

sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”.

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

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

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

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

D. Latihan Soal

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

Penyelesaian soal no 1

Diketahui:

$$T_C = 40^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: $T_R = ?$

Jawab:

Mengubah skala celcius ke reamur

perbandingan skala termometer reamur dan celcius adalah sebagai berikut.

$$\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} = \frac{Y - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

$$\frac{40 - 0}{100 - 0} = \frac{Y - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{40}{100} = \frac{Y}{80}$$

$$\frac{32.000}{100} = Y$$

$$Y = 32$$

Jadi, ketika diukur dengan termometer reamur, suhunya adalah 32°R .

Penyelesaian soal no 2

Diketahui:

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

$$\Delta T = 80^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$Q = 9,45 \text{ kJ} = 94.500 \text{ J}$$

Ditanyakan: c

Jawab:

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

$$c = \frac{94.500}{(3)(70)}$$

$$c = \frac{94.500}{210}$$

$$c = 450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

jadi kalor jenis zat tersebut adalah $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Penyelesaian soal no 3

Diketahui

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

$$T_{es} = -10^\circ\text{C}$$

$$T_{air} = 10^\circ\text{C}$$

$$c_{air} = 4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$c_{es} = 2100 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$L_{es} = 336 \text{ KJ Kg}^{-1} = 336.000 \text{ J/Kg}$$

Ditanyakan

$$Q = ?$$

Jawab

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Q_1 kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu es dari -10°C menjadi 0°C

$$Q_1 = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_1 = (0,1)(2.100)(10)$$

$$Q_1 = 2100 \text{ J}$$

Q_2 , kalor untuk merubah wujud dari es menjadi air 0°C

$$Q_2 = m \cdot L$$

$$Q_2 = (0,1)(336.000)$$

$$Q_2 = 33.600$$

Q_3 , kalor untuk menaikkan suhu dari 0°C air menjadi 10°C air

$$Q_3 = m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T$$

$$Q_3 = (0,1)(4.200)(10)$$

$$Q_3 = 4200 \text{ J}$$

Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu es dari -10°C menjadi 0°C

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = 2.100 + 33.600 + 4.200$$

$$Q = 39.900 \text{ J}$$

Penyelesaian soal no 4

Diketahui:

$$m_{\text{bejana}} = 0,5 \text{ kg}$$

$$m_{\text{air}} = 0,5 \text{ kg}$$

$$T_{\text{air}} = 100^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{bejana}} = 25^\circ\text{C}$$

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

$$c_{\text{bejana}} = 900 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: $T_{\text{akhir}} = \dots ?$

Jawab:

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

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

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

$$(0,5)(4.200)(100 - T_c) = (0,5)(900)(T_c - 25)$$

$$(2.100)(100 - T_c) = (450)(T_c - 25)$$

$$210.000 - 2.100T_c = 450T_c - 11.250$$

$$210.000 + 11.250 = 450T_c + 2.100T_c$$

$$221.250 = 2.550T_c$$

$$T_c = \frac{221.250}{2.550} = 86,76^\circ\text{C}$$

Jadi, suhu kesetimbangannya adalah $86,76^\circ\text{C}$.

E. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

Apabila kalian menjawab pernyataan jawaban Ya, berarti telah memahami dan menerapkan semua materi. Bagi yang menjawab tidak silahkan mengulang materi yang terkait.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 KALOR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menentukan panjang benda setelah mengalami muai panjang;
2. menentukan luas benda setelah mengalami muai luas;
3. menentukan volume benda setelah mengalami muai volume;
4. menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu;
5. menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat; dan

B. Uraian Materi

1. Pemuaian Zat



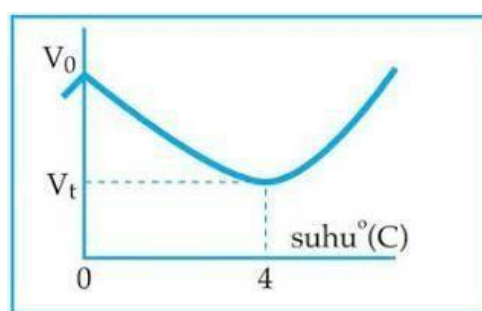
Gambar 2. 1 Celah antar rel

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

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

a. Pemuaian Zat Cair

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



Keterangan:

Pada suhu 4°C diperoleh:

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

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

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

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

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

b. Pemuaian Zat Padat

1) Muai Panjang



Gambar 2. 3 Kabel listrik

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

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

Jika koefisien muai panjang dilambangkan dengan α dan pertambahan panjang ΔL , panjang mula-mula L_0 dan perubahan suhu ΔT . Sehingga satuan dari α adalah 1/K atau K⁻¹. Maka diperoleh persamaan berikut.

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

Dimana

L_t = Panjang akhir (m)

L_0 = Panjang awal (m)

α = koefisien muai panjang (C⁻¹)

Tabel Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat

Jenis Bahan	Koefisien muai Panjang (dalam K^{-1})
Kaca	0,000009
Baja/besi	0,000011
Aluminium	0,000026
Pirex (<i>Pyrex</i>)	0,000003
Platina	0,000009
Tembaga	0,000017

2) Muai Luas



Gambar 2. 4 Kaca pada jendela

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaian. Koefisien muai pada pemuaian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang β dengan pemuaian panjang, maka jika luas mula-mula A_0 , pertambahan luas ΔA dan perubahan suhu ΔT . Secara matematis, diperoleh persamaan berikut

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

Dimana

A_t = Luas akhir (m^2)

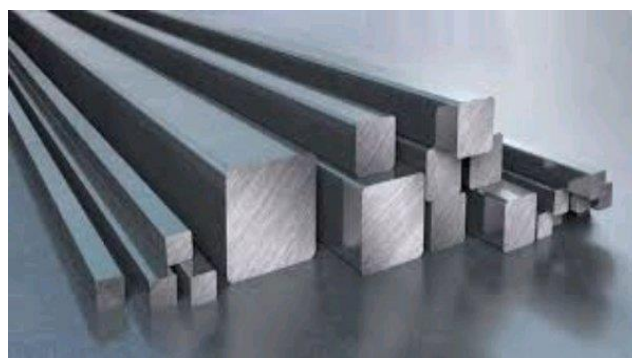
A_0 = Luas awal (m^2)

β = Koefisien muai luas (C^{-1})

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

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

3) Muai Volume



Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volum. Koefisien pemuaian pada pemuaian volum ini disebut dengan koefisien muai volum atau koefisien muai ruang yang diberi lambang γ . Jika volum mula-mula V_0 , pertambahan volum ΔV dan perubahan suhu ΔT . Secara matematis diperoleh persamaan berikut.

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

Dimana

V_t = Volume akhir (m^3)

V_0 = Volume awal (m^3) -1

γ = Koefisien muai volume ($^{\circ}C^{-1}$)

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

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

c. Pemuaian Zat Gas

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

1) Pemuaian Volume pada Tekanan Tetap (Isobarik)

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

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

2) Pemuaian Tekanan Gas pada Volume Tetap (Isokhorik)

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

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

3) Pemuaian Volume Gas pada Suhu Tetap (Isotermis)

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

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

C. Rangkuman

1. Pemuaian Zat Cair

Pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume, dengan persamaan berikut.

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

2. Pemuaian zat padat

a. Muai panjang

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

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

b. Muai Luas

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian

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

c. Muai Volume

Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volume

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

3. Pemuaian zat gas

a. Isobarik

Jadi pada tekanan tetap, volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu.

Pernyataan itu disebut **Hukum Charles**. Secara matematik dapat dinyatakan:

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

b. Isokhorik

Pada volume tetap tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas. Pernyataan itu disebut juga dengan **hukum Gay-Lussac**. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

c. isotermis

Pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas. Pernyataan itu

disebut **hukum Boyle**. Salah satu penerapan hukum Boyle yaitu pada pompa sepeda. Dari hukum Boyle tersebut, diperoleh:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

D. Latihan Soal

1. Sebatang besi yang panjangnya 80 cm, dipanasi sampai 50°C ternyata bertambah panjang 5 mm. Berapa pertambahan panjang besi tersebut jika panjangnya 50 cm dipanasi sampai 60°C?
2. Sebuah bejana tembaga dengan volume 100 cm³ diisi penuh dengan air pada suhu 30°C. Kemudian keduanya dipanasi hingga suhunya 100°C. Jika α tembaga = $1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ dan γ air = $4,4 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$. Berapa volume air yang tumpah saat itu?
3. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 cmHg. Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi $\frac{1}{4}$ volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?

Penyelesaian Latihan Soal**Penyelesaian soal no 1**

Diketahui:

$$L_{01} = 80 \text{ cm}$$

$$L_{01} = 50 \text{ cm}$$

$$\Delta T_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta L_1 = 5 \text{ mm}$$

Ditanyakan: $\Delta L_2 = \dots?$

Jawab:

Karena jenis bahan sama (besi), maka:

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$\frac{\frac{\Delta L_1}{L_{01}\Delta T_1}}{\frac{5}{(80)(50)}} = \frac{\frac{\Delta L_2}{L_{02}\Delta T_2}}{\frac{\Delta L_2}{(50)(60)}}$$

$$4000\Delta L_2 = (5)(3000)$$

$$\Delta L_2 = \frac{15000}{4000}$$

$$\Delta L_2 = 3,75 \text{ mm}$$

Penyelesaian soal no 2

Diketahui:

$$V_0 \text{ tembaga} = V_0 \text{ air} = 100 \text{ cm}^3$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$\alpha \text{ tembaga} = 1,8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\gamma \text{ tembaga} = 3\alpha = 3 \times 1,8 \times 10^{-5} = 5,4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\gamma \text{ air} = 4,4 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: V air yang tumpah = ...?

Jawab:

Untuk tembaga:

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

$$V_t = 100(1 + (5,4 \times 10^{-5})(70))$$

$$V_t = 100(1 + 3,78 \times 10^{-3})$$

$$V_t = 100(1 + 0,00378)$$

$$V_t = 100 + 0,378$$

$$V_t = 100,378 \text{ cm}^3$$

Untuk air:

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

$$V_t = 100(1 + (4,4 \times 10^{-4})(70))$$

$$V_t = 100(1 + 3,08 \times 10^{-2})$$

$$V_t = 100(1 + 0,0308)$$

$$V_t = 100 + 3,08$$

$$V_t = 103,08 \text{ cm}^3$$

Jadi, volume air yang tumpah adalah sebagai berikut.

$$V \text{ air tumpah} = V_t \text{ air} - V_t \text{ tembaga}$$

$$V \text{ air tumpah} = 103,08 - 100,378 \text{ V air tumpah} = 2,702 \text{ cm}^3$$

Penyelesaian soal no 3

Diketahui:

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_2 = \frac{1}{4} V_1$$

Ditanyakan: $P_2 = \dots?$

Jawab:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1V_1 = P_2 \left(\frac{1}{4V_1} \right)$$

$$P_2 = 4 \text{ atm}$$

E. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

Apabila kalian menjawab pernyataan jawaban Ya, berarti telah memahami dan menerapkan semua materi. Bagi yang menjawab tidak silahkan mengulang materi yang terkait.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 PERPINDAHAN KALOR

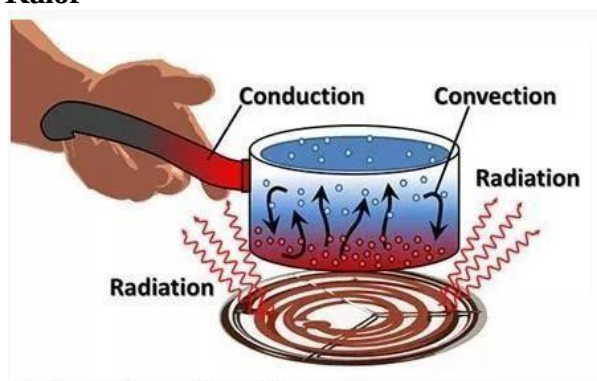
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menentukan laju aliran kalor secara konduksi
2. menentukan laju aliran kalor secara konveksi
3. menentukan laju aliran kalor secara radiasi.

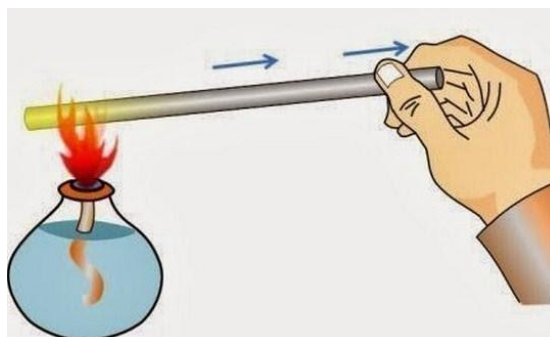
B. Uraian Materi

a. Perpindahan Kalor



Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi, dan radiasi. Gambar diatas dapat menjelaskan 3 jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi secara sekaligus. Rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah proses radiasi, kemudian air yang panas di bagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air ddingin i bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat dari logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi.

1. Konduksi



Gambar 3. 2 Memanaskan besi

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

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

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

Dengan

H = jumlah kalor yang merambat tiap satuan waktu

Q = laju aliran kalor (J s^{-1})

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

A = luas penampang batang (m^2)

L = panjang batang (m)

ΔT = perbedaan suhu antara kedua ujung batang (K)

Contoh Soal

Batang logam dengan panjang 2 meter memiliki luas penampang 20 cm^2 dan perbedaan suhu kedua ujungnya 50°C . Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kal/m s } ^\circ\text{C}$ tentukan laju aliran kalor !

Pembahasan

Diketahui :

$$L = 2 \text{ m}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = 0,2 \text{ kal/m s } ^\circ\text{C}$$

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

Ditanyakan H = ...?

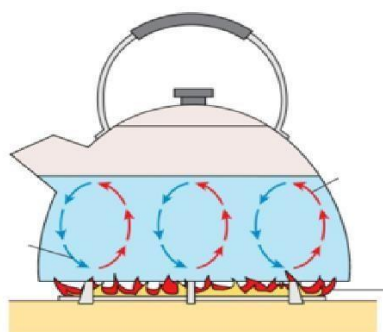
Jawab

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

$$H = \frac{(0,2)(20 \times 10^{-4})(50)}{2}$$

$$H = 0,1 \text{ kal/s}$$

2. Konveksi



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

$$H = hA\Delta T$$

Dengan

H = laju perpindahan kalor (J/s)

h = koefisien konveksi termal ($\text{J s}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

A = luas permukaan (m^2)

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

Contoh Soal

Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal $0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, memiliki luas penampang aliran 20 cm^2 . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100°C ke dinding lainnya yang bersuhu 20°C dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang dirambatkan ?

Pembahasan

Diketahui :

$h = 0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$\Delta T = 100 - 20 = 80^{\circ}\text{C}$

Ditanyakan $H = \dots?$

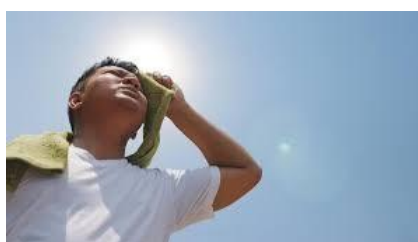
Jawab

$H = hA\Delta T$

$H = (0,01)(20 \times 10^{-4})(80)$

$H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kal/s}$

3. Radiasi



Saat kalian berdiri dibawah terik matahari, akan dirasakan panas dari matahari.

Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

$$H = e\sigma AT^4$$

Dengan

H = laju kalor (J/s)

e = emisivitas bahan

σ = tetapan Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$)

A = luas penampang benda (m^2)

Contoh soal

Sebuah lampu pijar menggunakan kawat wolfram dengan luas 10^{-2} m^2 dan emisivitasnya 0,5. Bila bola lampu tersebut berpijar pada suhu 1000 K selama 5 sekon ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$), Hitunglah jumlah energi radiasi yang dipancarkan!

Pembahasan

Diketahui

$$A = 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$e = 0,5$$

$$T = 1000 \text{ K}$$

$$t = 5 \text{ sekon}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

Ditanyakan

$$\Delta Q = \text{..?}$$

Jawab

Karena $H = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ maka rumusnya menjadi $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$

$$\frac{\Delta Q}{5} = (0,5)(5,67 \times 10^{-8})(10^{-6})(1000^4)$$

$$\Delta Q = 14,175 \times 10^{-2} \text{ J}$$

C. Rangkuman

1. Perpindahan kalor secara konduksi

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

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

2. Perpindahan kalor secara konveksi

Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya. Laju kalor secara konveksi, secara matematis dapat dirumuskan:

$$H = hA\Delta T$$

3. Perpindahan kalor secara radiasi

Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

$$H = e\sigma AT^4$$

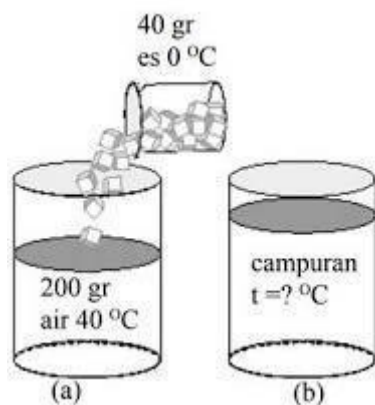
D. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu menentukan panjang benda setelah mengalami pemuaian panjang		
2	Saya sudah mampu menentukan luas benda setelah mengalami pemuaian luas		
3	Saya sudah dapat menentukan volume benda setelah mengalami pemuaian volume		

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

EVALUASI

1. Sebuah termometer X memiliki titik beku 40°X dan titik didih 240°X . Jika sebuah benda di ukur suhunya dengan menggunakan termometer Celcius menunjukkan angka 40°C , maka bila diukur dengan menggunakan termometer X suhunya adalah
 - a. 60°X
 - b. 90°X
 - c. 110°X
 - d. 120°X
 - e. 160°X
2. Sebuah kalorimeter berisi es sebanyak 36 gram pada suhu -6°C . Kapasitas kalor kalorimeter adalah 27 kal/K. Kemudian ke dalam kalorimeter dituang zat cair dengan kalor jenis 0,58 kal/gram K dengan suhu 50°C yang menyebabkan suhu akhir 8°C . Massa zat cair yang dituangkan adalah gram (kalor jenis es = 0,5 kal/gram.K, kalor lebur es = 80 kal/gram)
 - a. 108
 - b. 150
 - c. 200
 - d. 288
 - e. 300
3. Es sebanyak 3 kg pada suhu 0°C dibiarkan pada suhu ruang hingga seluruhnya mencair. Kalor yang diperlukan untuk mencairkan es tersebut adalah .(kalor lebur es = $3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$)
 - a. 10^{-2} J
 - b. 10^{-3} J
 - c. 10^{-4} J
 - d. 10^{-5} J
 - e. 10^{-6} J
4. Perhatikan gambar berikut!



Dalam gelas berisi 200 cc air 40°C kemudian dimasukkan 40 gram es 0°C . Jika kapasitas kalor gelas 20 kal/ $^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es adalah 80 kal/g, dan kalor jenis air 1 kal/gram $^{\circ}\text{C}$, maka berapakah suhu seimbangnya?

- a. $21,54^{\circ}\text{C}$
- b. $32,44^{\circ}\text{C}$
- c. $64,00^{\circ}\text{C}$
- d. $84,00^{\circ}\text{C}$

- e. $96,56^{\circ}\text{C}$
5. Sebanyak 0,5 kg balok es dengan suhu -40°C dicampur dengan air 1 kg yang suhunya 80°C . Jika kalor jenis air $1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis es $0,5 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es 80 kal/gram , maka suhu akhir campuran adalah
- 10°C
 - 20°C
 - 30°C
 - 40°C
 - 50°C
6. Sebuah gelas kaca memiliki volume 500 cm^3 di isi penuh dengan alkohol pada suhu 0°C . Koefisien muai linier gelas $9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ dan koefisien muai volume alkohol $1,2 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$. Jika gelas dan alkohol dipanaskan sampai dengan suhu 22°C , maka banyaknya alkohol yang tumpah adalah
- $15,0 \text{ m}^3$
 - $14,5 \text{ m}^3$
 - $14,0 \text{ m}^3$
 - $13,5 \text{ m}^3$
 - $12,9 \text{ m}^3$
7. Sebuah batang tembaga yang memiliki koefisien muai linier $17 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ pada suhu 300 K memiliki panjang 12 cm . Jika suhu batang dijadikan 400 K , maka panjang batang bertambah sebesar
- $0,0204 \text{ cm}$
 - $0,204 \text{ cm}$
 - $2,04 \text{ cm}$
 - $0,324 \text{ cm}$
 - $3,24 \text{ cm}$
8. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 atm . Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi $\frac{1}{4}$ volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?
- 1 atm
 - 2 atm
 - 3 atm
 - 4 atm
 - 5 atm
9. Perhatikan sambungan 2 batang logam P dan Q berikut!



Bila panjang dan luas penampang kedua logam sama, tetapi konduktivitas logam P dua kali konduktivitas logam Q, maka suhu tepat pada sambungan di B adalah

- 20°C
- 30°C
- 40°C
- 50°C
- 80°C

10. Sebuah plat tipis memiliki luas permukaan $0,02 \text{ m}^2$. Plat tersebut dipanaskan dengan sebuah tungku hingga suhunya mencapai 1000 K . Jika emisivitas plat $0,6$, maka laju radiasi yang dipancarkan plat tersebut adalah ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/mK}^4$)
- a. $680,4 \text{ W}$
 - b. $752,0 \text{ W}$
 - c. $850,0 \text{ W}$
 - d. $892,0 \text{ W}$
 - e. $982,0 \text{ W}$

Kunci Jawaban Evaluasi

1. D
2. B
3. C
4. A
5. B
6. E
7. A
8. D
9. D
10. A

DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

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

Kurikulum
Merdeka



Problem Based Learning

Modul Ajar

FISIKA

Untuk Kelas IX Semester 2

***Suhu &
Kalor***



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya bagi kita semua sehingga modul fisika ini dapat diselesaikan dengan baik dan dapat digunakan oleh peserta didik untuk mendalami materi fisika khususnya momentum dan impuls. Modul ini disusun sebagai pemenuhan tugas akhir perkuliahan (Skripsi) yakni pembuatan modul materi suhu dan kalor dengan model *problem based learning*. Modul ini diperuntukkan untuk pendidik dan peserta didik di jenjang SMA kelas XI serta masyarakat pembelajar secara umum yang ingin mempelajari fisika materi suhu dan kalor. Harapan penulis bahwa peserta didik dapat menguasai materi modul ini dengan benar. Dengan adanya modul ini diharapkan nantinya akan banyak peserta didik yang tertarik untuk belajar fisika lebih dalam lagi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan modul ini terutama dosen pembimbing 1 Drs. Putu Yasa, M.Si. dan dosen pembimbing 2 Ina Yuliana, M.Pd. serta guru pamong yang berperan penting dalam menyelesaikan modul ini. Penulis memohon maaf jika dalam penyusunan modul ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanya milik Tuhan



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas : XI
Alokasi Waktu : 8 JP (2 X PERTEMUAN@4 JP)
Judul Modul : SUHU DAN KALOR

B. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu memahami prinsip-prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer dan perhitungan digital lainnya. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum, dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.

C. Profil Pelajar Pancasila

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

D. Tujuan Pembelajaran

Menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor dan menunjukkan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari sifat-sifat zat dan perubahan wujud.

E. Sarana Dan Prasarana

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1. Handout materi | 2. Papan tulis/White Board | 3. Infokus/Proyektor/Pointer |
| 2. Laptop/Komputer PC | 5. Lembar kerja | 8. Referensi lain |

F. Petunjuk Penggunaan Modul

Mulailah sebelum mempelajari isi modul ini dengan berdoa, agar ilmu yang kita dapat membawa manfaat dan keberkahan dalam hidup kita.

Berikut petunjuk penggunaan modul ini :

1. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan cermat
2. Jawablah soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar terlebih
3. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka bacalah terlebih dahulu petunjuknya, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada guru

G. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Suhu, Pengaruh kalor pada zat dan Azas Black

Kedua : Pemuaian panjang, luas dan volume zat

Ketiga : Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi

H. Model Pembelajaran

Menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*.

I. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru	5 menit
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi suhu kalor dengan beberapa pertanyaan	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru sebagai pengantar pembelajaran	5 menit
Kegiatan Inti		

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan video yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya	Mengamati video yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi sesuai pengetahuan peserta didik	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada peserta didik mengenai hal yang belum di pahami	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

Pertemuan 2

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik terhadap apa yang disampaikan oleh guru	5 menit
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru	5 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
pemuaian panjang, luas dan volume pada zat dengan beberapa pertanyaan	sebagai pengantar pembelajaran	
Kegiatan Inti		
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan video yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya	Mengamati video yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi sesuai pengetahuan peserta didik	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada peserta didik mengenai hal yang belum di pahami	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

Pertemuan 3

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pendahuluan		
Guru membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk memulai pembelajaran, membaca doa, dan mendata kehadiran peserta didik	Membaca doa menurut kepercayaan masing-masing, menunjukkan kehadiran	3 menit
Guru menyinggung capaian yang ditargetkan dan karakter profil	Memperhatikan yang disampaikan guru dan memberikan umpan balik	5 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
pancasila yang dilatihkan (melalui cerita singkat dan menginspirasi)	terhadap apa yang disampaikan oleh guru	
Guru memberikan stimulus rasa ingin tahu peserta didik tentang materi perpindahan kalor dengan beberapa pertanyaan	Mengamati ppt yang disampaikan oleh guru sebagai pengantar pembelajaran	5 menit
Kegiatan Inti		
Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 peserta didik dan mengarahkannya untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	Memilih kelompoknya masing-masing	5 menit
Guru menayangkan video yang telah dibuat mengenai kalor dan meminta peserta didik untuk memperhatikan serta mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya	Mengamati video yang ditampilkan oleh guru dan mencatat tugas yang diberikan	10 menit
Guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan LKPD yang berkaitan dengan materi	Peserta didik menerima LKPD yang telah dibagikan dan mencermati sesuai arahan dari guru	10 menit
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi sesuai pengetahuan peserta didik	Setiap kelompok mulai membuat LKPD yang telah diterima sesuai dengan panduan dan pengetahuan peserta didik	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi terkait topik yang dibahas	Kelompok yang tidak mendapatkan kesempatan presentasi menyimak dan mengamati hasil percobaan kelompok penyaji	20 menit
Guru memberikan evaluasi dan arahan terkait hasil presentasi perwakilan kelompok	Peserta didik menyimak dan mencatat hasil evaluasi dan arahan dari guru untuk menjadi refleksi pembelajaran selanjutnya	10 menit
Penutup		
Guru memberikan evaluasi terhadap jalannya pembelajaran dan menanyakan kepada peserta didik mengenai hal yang belum di pahami	Peserta didik menyimak informasi yang disampaikan oleh guru	8 menit
Guru menyampaikan kepada peserta didik materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan doa bersama dengan peserta didik.	Peserta didik mencatat hal yang penting mengenai pembelajaran selanjutnya dan berdoa bersama guru untuk mengakhiri pembelajaran	4 menit

J. ASESMEN PEMBELAJARAN

a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

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

b) Penilaian Pengetahuan

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

c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan

tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek

REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Lembar Refleksi Guru

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

Lembar Refleksi Peserta Didik

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



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SUHU

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain;
2. menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut; dan
3. menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama.

B. Uraian Materi

1. Suhu



Gambar 1. 1 Etalase ayam goreng

Banyak resep gorengan (seperti cumi goreng atau ayam goreng) yang mengharuskan diletakkan di atas tisu, kantong kertas coklat, atau bahkan koran untuk mengeringkan minyak berlebih, namun sayangnya, hal ini tidak membantu menjaga tekstur renyah enak yang telah Anda hasilkan dengan susah payah.

Cara terbaik untuk menjaga makanan yang digoreng tetap renyah adalah letakkan saja di rak penghangat yang diletakkan di atas loyang. Rak penghangat dilengkapi lampu penghangat yang berfungsi untuk menghangatkan makanan setelah digoreng dengan suhu berkisar dari 40°C – 80°C , namun karena ayam masih panas sesaat setelah digoreng alas di bawahnya dibuat bolong untuk mencegah membuat makanan menjadi lembek karena terkena uap air nya dan menambah sirkulasi udara.

Jika anda pernah melihat restoran besar atau dapur cepat saji beraksi, Anda akan melihat bahwa mereka menyimpan makanan yang digoreng seperti sayap ayam goreng yang renyah di atas nampan berlubang yang berfungsi sama seperti kombinasi rak penghangat dan loyang.

Jadi, lain kali ketika membuat donat, ayam goreng, kentang goreng, telur gulung, atau makanan gorengan apa pun yang dimasak, cobalah cara ini, untuk menjaga suhu makanan agar tetap hangat yang pastinya nikmat untuk disantap serta dapat mencegah tumbuhnya bakteri. Alat yang biasa digunakan untuk pengukur suhu dinamakan

termometer.

a. Termometer



Gambar 1. 2 Termometer

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

b. Skala Suhu

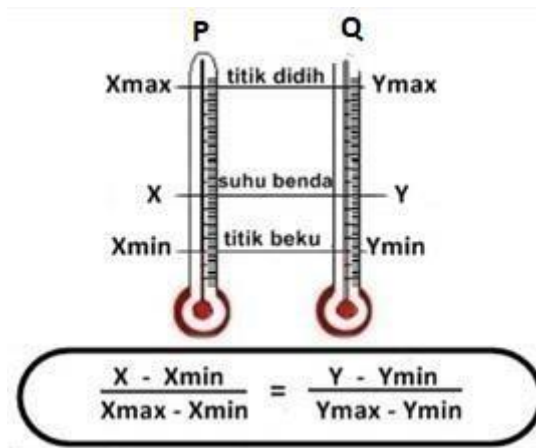
Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Reamur ($^{\circ}\text{R}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan Kelvin (K)

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

Konversi antara 4 skala tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut :

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

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



Contoh soal

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F . Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin!

Jawab

Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\frac{95-32}{212-32} = \frac{Y-273}{373-273}$$

$$\frac{63}{180} = \frac{Y-273}{100}$$

$$6.300 = 180Y - 49.140$$

$$6.300 + 49.140 = 180Y$$

$$55.440 = 180Y$$

$$Y = \frac{55.440}{180} = 308$$

2. Kalor

a. Pengaruh Kalor pada zat



Gambar 1.3 Menggoreng ayam

Gambar diatas menunjukkan menggoreng ayam. Minyak yang sedang dipanaskan hingga melebihi titik didih air yaitu berkisar $160^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$. Saat minyak dipanaskan ada proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang di sebut dengan kalor. Kalor yang diterima minyak ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih atau suhu tertentu untuk menggoreng ayam.

1) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

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

Secara matematis $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

Dengan

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

m = massa zat (Kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas (J)

TABEL KALOR JENIS BEBERAPA ZAT

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

Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau $1^{\circ}C$.

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

Dengan

C = kapasitas kalor ($J/^{\circ}C$)

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

m = massa zat (Kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas (J)

Contoh Soal

Air sebanyak 3 kg bersuhu $10^{\circ}C$ dipanaskan hingga bersuhu $35^{\circ}C$. Jika kalor jenis $4.186 J/Kg^{\circ}C$, tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Diketahui :

$m = 3 \text{ kg}$

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

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

Ditanyakan $Q = ..?$

Jawab

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

$$Q = (3)(4.186)(25)$$

$$Q = 313.950 \text{ J}$$

2) Perubahan Wujud Zat

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

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

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

Dengan

L = Kalor laten (J/Kg)

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

M = massa zat (Kg)

Contoh soal

Air sebanyak 200 gram bersuhu $100^{\circ}C$ disiramkan pada balok es bersuhu $0^{\circ}C$ hingga semua es melebur. Jika kalor lebur es $0,5 \text{ kkal/kg}$ dan kalor jenis air $1 \text{ kkal kg}^{-1} \text{ }^{\circ}C^{-1}$, tentukan massa es yang melebur.

Diketahui:

$$m_{air} = 0,2 \text{ kg}$$

$$T_{air} = 100^{\circ}C$$

$$C_{air} = 1 \text{ kkal. kg}^{-1}$$

$$L_b = 0,5 \text{ kkal. kg}^{-1}$$

Ditanyakan: $m_{es} = ?$

Penyelesaian

Dalam kasus ini, air melepaskan kalor dan es menerima kalor,

$$Q_{air} = Q_{es}$$

$$m_{air}c_{air}\Delta T = m_{es}L_b$$

$$(0,2)(1)(100 - 0) = m_{es}(0,5)$$

$$\frac{20}{0,5} = m_{es}$$

$$m_{es} = 40 \text{ kg}$$

3) Azas Black

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

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

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

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

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

Keterangan:

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

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

Besarnya kalor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

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

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

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

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

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

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

Keterangan:

m_1 = massa benda 1 yang suhunya tinggi (kg)

m_2 = massa benda 2 yang suhunya rendah (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 (J/kg°C)

c_2 = kalor jenis benda 2 (J/kg°C)

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

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

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

Contoh soal

Air bermassa 500 gram bersuhu 25°C dicampur air mendidih bermassa 100 gram dan bersuhu 200°C. (Kalor jenis air = 1 kal.gram⁻¹°C⁻¹). Suhu air campuran pada saat keseimbangan termal adalah....

Diketahui

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

$$T_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 0,1 \text{ kg}$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$$

Ditanyakan $T_c = ?$

Penyelesaian

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

$$m_1 c_1 (T - T_c) = m_2 c_2 (T_c - T)$$

$$(0,1)(100 - T_c) = (0,5)(T_c - 25)$$

$$10 - 0,1T_c = 0,5T_c - 12,5$$

$$22,5 = 0,6T_c$$

$$T_c = \frac{22,5}{0,6}$$

$$T_c = 37,5^\circ\text{C}$$

C. Rangkuman

1. Kalor merupakan proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu

2. Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor.

Secara matematis $c = \frac{Q}{m \Delta T}$

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

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

4. Kalor laten merupakan kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa.

Secara matematis

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

5. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut.

"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi

sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah".

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

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

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

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

D. Latihan Soal

1. Di Amerika, pengukuran suhu tidak menggunakan skala Celsius, melainkan Fahrenheit, berbeda dengan Indonesia yang menggunakan skala Celsius. Bila suhu rata-rata di Indonesia adalah 30°C, maka bagi orang yang tinggal di Amerika suhu tersebut berapa derajat Fahrenheit?
2. Dalam menggoreng ayam diperlukan minyak panas dengan suhu 160°C untuk dapat menghasilkan gorengan yang renyah. Bila minyak yang digunakan sebanyak 1 liter dengan suhu awal 30°C dan kalor jenis minyak adalah 2400 J/kg°C. Hitunglah kalor yang dibutuhkan minyak (1 liter minyak=0,9 kg)
3. Seorang anak sedang memanaskan air sebanyak 0,3 kg untuk membuat teh. Setelah air mendidih (100°C) air dituangkan ke dalam wadah yang sudah disiapkan lalu dicelupkan teh dan diberi gula. Setelah diaduk hingga merata diberikan air dengan suhu ruangan (30°C) sebanyak 0,2 kg. Maka tentukan suhu akhir dari teh tersebut dengan kalor jenis air 4200 J/kg°C. (anggap tidak ada kalor yang lepas ke lingkungan, untuk massa gula dan teh celup diabaikan)
4. Seongkah es dikeluarkan dari freezer es dengan massa 500 gram memiliki suhu -4°C. Jika Es tersebut ingin diubah menjadi air yang bersuhu 15°C, berapakah kalor yang harus diberikan? (kalor jenis air = 4200 J/kg°C, kalor jenis es = 2100 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg)

Penyelesaian soal no 1

Diketahui:

$$T_c = 30$$

$$T_F = ?$$

Jawab:

Mengubah skala celcius ke reamur

perbandingan skala termometer reamur dan celcius adalah sebagai berikut.

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot T_c + 32$$

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot 30 + 32$$

Maka:

$$T_F = 54 + 32$$

$$T_F = 86$$

$$T_F = 86$$

Jadi, ketika diukur dengan termometer reamur, suhunya adalah 86°F.

Penyelesaian soal no 2

Diketahui:

$$m = 0,9 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 160^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Ditanya: $Q = ?$

Penyelesaian

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

$$Q = (0,9)(4200)(130)$$

$$Q = 280.800 \text{ J}$$

Penyelesaian soal no 3

Diketahui:

$$m_1 = 0,3 \text{ kg}$$

$$T_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 0,2 \text{ kg}$$

$$T_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Ditanya: $Q = ?$

Penyelesaian

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

$$(0,3)(100 - T_c) = (0,2)(T_c - 30)$$

$$30 - 0,3T_c = 0,2T_c - 6$$

$$36 = 0,5T_c$$

$$T_c = \frac{36}{0,5} = 72^\circ\text{C}$$

Penyelesaian soal no 4

Diketahui

$$m_{es} = 0,5 \text{ kg}$$

$$T_{es} = -4^\circ\text{C}$$

$$T_{air} = 15^\circ\text{C}$$

$$\text{kalor jenis air} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{kalor jenis es} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{kalor lebur es} = 336.000 \text{ J/kg}$$

Ditanya: $Q=?$

Penyelesaian

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Q_1 kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu es dari -4°C menjadi 0°C

$$Q_1 = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_1 = (0,5)(2.100)(4)$$

$$Q_1 = 4.200 \text{ J}$$

Q_2 kalor untuk merubah wujud es menjadi air

$$Q_2 = m_{es} \cdot L_{es}$$

$$Q_2 = (0,5)(336.000)$$

$$Q_2 = 168.000 \text{ J}$$

Q_3 kalor untuk menaikkan suhu 0°C air menjadi 15°C

$$Q_3 = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T$$

$$Q_3 = (0,5)(4.200)(15)$$

$$Q_3 = 31.500 \text{ J}$$

Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu es dari -4°C menjadi 15°C

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = 4.200 \text{ J} + 168.000 \text{ J} + 31.500 \text{ J}$$

$$Q = 203.700 \text{ J}$$

E. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

Apabila kalian menjawab pernyataan jawaban Ya, berarti telah memahami dan menerapkan semua materi. Bagi yang menjawab tidak silahkan mengulang materi yang terkait.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 KALOR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menentukan panjang benda setelah mengalami muai panjang;
2. menentukan luas benda setelah mengalami muai luas;
3. menentukan volume benda setelah mengalami muai volume;
4. menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu;
5. menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat; dan

B. Uraian Materi

1. Pemuaian Zat



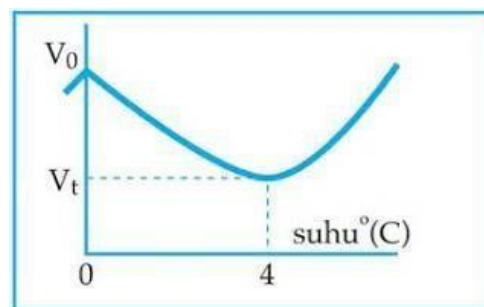
Gambar 2. 1 Keadaan kabel pada waktu tertentu

Gambar diatas menunjukkan gambar kabel saat siang hari melengkung dan malam hari lurus. Hal ini dikarenakan kabel memuai saat siang hari dan menyusut saat malam hari. Maka dari itu pemasangan kabel dibuat lebih panjang demi menghindari putusnya kabel.

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

a. Pemuaian Zat Cair

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



Gambar 2. 2 Anomali air

Keterangan:

Pada suhu 4°C diperoleh:

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

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

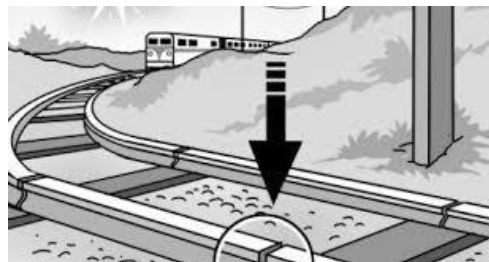
$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

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

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

b. Pemuaian Zat Padat

1) Muai Panjang



Gambar 2. 3 Celah antar rel

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

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

Jika koefisien muai panjang dilambangkan dengan α dan pertambahan panjang ΔL , panjang mula-mula L_0 dan perubahan suhu ΔT . Sehingga satuan dari α adalah 1/K atau K⁻¹. Maka diperoleh persamaan berikut.

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

Dimana

- L_t = Panjang akhir (m)
- L_0 = Panjang awal (m)
- α = koefisien muai panjang (C⁻¹)

Tabel Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat

Jenis Bahan	Koefisien muai Panjang (dalam K^{-1})
Kaca	0,000009
Baja/besi	0,000011
Aluminium	0,000026
Pirex (<i>Pyrex</i>)	0,000003
Platina	0,000009
Tembaga	0,000017

2) Muai Luas



Gambar 2. 4 Kaca pada jendela

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaian. Koefisien muai pada pemuaian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang β Analog dengan pemuaian panjang, maka jika luas mula-mula A_0 , pertambahan luas ΔA dan perubahan suhu ΔT , Secara matematis, diperoleh persamaan berikut

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

Dimana

A_t = Luas akhir (m^2)

A_0 = Luas awal (m^2)

β = Koefisien muai luas (C^{-1})

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

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

3). Muai Volume



Gambar 2. 5 Balon Udara

Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volum. Koefisien pemuaian pada pemuaian volum ini disebut dengan koefisien muai volum atau koefisien muai ruang yang diberi lambang γ . Jika volum mula-mula V_0 , pertambahan volum ΔV dan perubahan suhu ΔT . Secara matematis diperoleh persamaan berikut.

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

Dimana

V_t = Volume akhir (m^3)

V_0 = Volume awal (m^3) -1

γ = Koefisien muai volume ($^{\circ}C^{-1}$)

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

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

4). Pemuaian Zat Gas

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

a. Pemuaian Volume pada Tekanan Tetap (Isobarik)

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

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

b. Pemuaian Tekanan Gas pada Volume Tetap (Isokhorik)

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

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

c. Pemuaian Volume Gas pada Suhu Tetap (Isotermis)

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

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

C. Rangkuman

1. Pemuaian Zat Cair

Pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume, dengan persamaan berikut.

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

2. Pemuaian zat padat

a. Muai panjang

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

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

b. Muai Luas

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian

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

c. Muai Volume

Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volume

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

3. Pemuaian zat gas

a. Isobarik

Jadi pada tekanan tetap, volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu. Pernyataan itu disebut **Hukum Charles**. Secara matematik dapat dinyatakan:

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

b. Isokhorik

Pada volume tetap tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas. Pernyataan itu disebut juga dengan **hukum Gay-Lussac**. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

c. Isotermis

Pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas. Pernyataan itu disebut **hukum Boyle**. Salah satu penerapan hukum Boyle yaitu pada pompa sepeda. Dari hukum Boyle tersebut, diperoleh:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

D. Latihan Soal

1. Sebatang besi yang panjangnya 80 cm, dipanasi sampai 50°C ternyata bertambah panjang 5 mm. Berapa pertambahan panjang besi tersebut jika panjangnya 50 cm dipanasi sampai 60°C?
2. Sebuah bejana tembaga dengan volume 100 cm³ diisi penuh dengan air pada suhu 30°C. Kemudian keduanya dipanasi hingga suhunya 100°C. Jika α tembaga = $1,8 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ dan γ air = $4,4 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$. Berapa volume air yang tumpah saat itu?
3. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 cmHg. Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi $\frac{1}{4}$ volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?

Penyelesaian Latihan Soal

Penyelesaian soal no 1

Diketahui:

$$L_{01} = 80 \text{ cm}$$

$$L_{01} = 50 \text{ cm}$$

$$\Delta T_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta L_1 = 5 \text{ mm}$$

Ditanyakan: $\Delta L_2 = \dots?$

Jawab:

Karena jenis bahan sama (besi), maka:

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$\frac{\Delta L_1}{L_{01}\Delta T_1} = \frac{\Delta L_2}{L_{02}\Delta T_2}$$

$$\frac{5}{(80)(50)} = \frac{\Delta L_2}{(50)(60)}$$

$$4000\Delta L_2 = (5)(3000)$$

$$\Delta L_2 = \frac{15000}{4000}$$

$$\Delta L_2 = 3,75 \text{ mm}$$

Penyelesaian soal no 2

Diketahui:

$$V_0 \text{ tembaga} = V_0 \text{ air} = 100 \text{ cm}^3$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$\alpha \text{ tembaga} = 1,8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\gamma \text{ tembaga} = 3\alpha = 3 \times 1,8 \times 10^{-5} = 5,4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\gamma \text{ air} = 4,4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: V air yang tumpah = ...?

Jawab:

Untuk tembaga:

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

$$V_t = 100(1 + (5,4 \times 10^{-5})(70))$$

$$V_t = 100(1 + 3,78 \times 10^{-3})$$

$$V_t = 100(1 + 0,00378)$$

$$V_t = 100 + 0,378$$

$$V_t = 100,378 \text{ cm}^3$$

Untuk air:

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

$$V_t = 100(1 + (4,4 \times 10^{-5})(70))$$

$$V_t = 100(1 + 3,08 \times 10^{-2})$$

$$V_t = 100(1 + 0,0308)$$

$$V_t = 100 + 3,08$$

$$V_t = 103,08 \text{ cm}^3$$

Jadi, volume air yang tumpah adalah sebagai berikut.

$$V \text{ air tumpah} = V_t \text{ air} - V_t \text{ tembaga}$$

$$V \text{ air tumpah} = 103,08 - 100,378 \text{ V air tumpah} = 2,702 \text{ cm}^3$$

Penyelesaian soal no 3

Diketahui:

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_2 = \frac{1}{4} V_1$$

Ditanyakan: $P_2 = \dots?$

Jawab:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1V_1 = P_2 \left(\frac{1}{4V_1} \right)$$

$$P_2 = 4 \text{ atm}$$

E. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

Apabila kalian menjawab pernyataan jawaban Ya, berarti telah memahami dan menerapkan semua materi. Bagi yang menjawab tidak silahkan mengulang materi yang terkait.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 PERPINDAHAN KALOR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menentukan laju aliran kalor secara konduksi
2. menentukan laju aliran kalor secara konveksi
3. menentukan laju aliran kalor secara radiasi.

B. Uraian Materi

Perpindahan Kalor



Gambar 3. 1 Membuat kopi

Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi, dan radiasi. Gambar diatas adalah pembuatan kopi dengan mesin espresso yang menerapkan konsep perpindahan kalor seperti pada tahap, air dimasukkan ke dalam boiler untuk dipanaskan setelah itu biji kopi yang sudah digiling akan dicampurkan dengan air panas tadi. Air dapat panas karena mesin espresso menggunakan listrik untuk membuat wadah dari air tersebut panas sehingga dapat memanaskan air secara konduksi.

1. Konduksi



Gambar 3. 2 Menyetrika

Gambar diatas menunjukkan sebuah setrika yang panas sementara dibawahnya terdapat baju yang ingin disetrika. Panas yang terjadi di ujung logam setrika berpindah juga ke

baju yang menyentuh ujung logam setrika.

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

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

Dengan

H = jumlah kalor yang merambat tiap satuan waktu

Q = laju aliran kalor (J s^{-1})

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

A = luas penampang batang (m^2)

L = panjang batang (m)

ΔT = perbedaan suhu antara kedua ujung batang (K)

Contoh Soal

Batang logam dengan panjang 2 meter memiliki luas penampang 20 cm^2 dan perbedaan suhu kedua ujungnya 50°C . Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kal/m s } ^\circ\text{C}$ tentukan laju aliran kalor !

Pembahasan

Diketahui :

$$L = 2 \text{ m}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = 0,2 \text{ kal/m s } ^\circ\text{C}$$

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

Ditanyakan H = ...?

Jawab

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

$$H = \frac{(0,2)(20 \times 10^{-4})(50)}{2}$$

$$H = 0,1 \text{ kal/s}$$

2. Konveksi



Gambar 3.3 Pergerakan udara

Ventilasi udara di rumah berfungsi sebagai saluran udara atau tempat pertukaran udara antara udara di dalam rumah dan udara di luar rumah. Dengan begitu, rumah tidak akan pengap karena udara di rumah senantiasa digantikan oleh udara dari luar secara terus menerus. Jika udara di rumah terlalu panas maka udara di dalam rumah pun akan dialirkan

ke luar rumah dan digantikan oleh udara dari luar rumah. Laju kalor secara konveksi, secara matematis dapat dirumuskan

$$H = hA\Delta T$$

Dengan

H = laju perpindahan kalor (J/s)

h = koefisien konveksi termal ($\text{J s}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

A = luas permukaan (m^2)

ΔT = perbedaan suhu (C)

Contoh Soal

Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal $0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$, memiliki luas penampang aliran 20 cm^2 . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100°C ke dinding lainnya yang bersuhu 20°C dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang dirambatkan ?

Pembahasan

Diketahui :

$$h = 0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

Ditanyakan $H = \dots?$

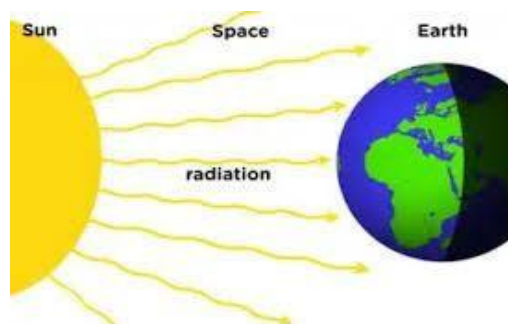
Jawab

$$H = hA\Delta T$$

$$H = (0,01)(20 \times 10^{-4})(80)$$

$$H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kal/s}$$

3. Radiasi



Gambar 3. 4 Radiasi

Panas dari matahari bisa sampai ke bumi walaupun diantara bumi dan matahari tidak terdapat udara sebagai medium perambatannya, kasus inilah yang disebut radiasi. Radiasi memindahkan energi panas (kalor) melalui gelombang elektromagnetik. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

$$H = e\sigma AT^4$$

Dengan

H = laju kalor (J/s)

e = emisivitas bahan

σ = tetapan Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$)

A = luas penampang benda (m^2)

Contoh soal

Sebuah lampu pijar menggunakan kawat wolfram dengan luas 10^{-2} m^2 dan emisivitasnya 0,5. Bila bola lampu tersebut berpijar pada suhu 1000 K selama 5 sekon ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$), Hitunglah jumlah energi radiasi yang dipancarkan!

Pembahasan

Diketahui

$$A = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$e = 0,5$$

$$T = 1000 \text{ K}$$

$$t = 5 \text{ sekon}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

Ditanyakan

$$\Delta Q = \text{..?}$$

Jawab

$$\text{Karena } H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \text{ maka rumusnya menjadi } \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$$

$$\frac{\Delta Q}{5} = (0,5)(5,67 \times 10^{-8})(10^{-2})(1000^4)$$

$$\Delta Q = 14,175 \times 10^{-2} \text{ J}$$

C. Rangkuman

1. Perpindahan kalor secara konduksi

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

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

2. Perpindahan kalor secara konveksi

Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya. Laju kalor secara konveksi, secara matematis dapat dirumuskan:

$$H = hA\Delta T$$

3. Perpindahan kalor secara radiasi

Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

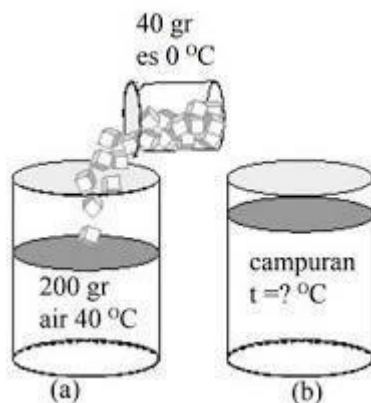
$$H = e\sigma AT^4$$

D. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu menentukan panjang benda setelah mengalami pemuaian panjang		
2	Saya sudah mampu menentukan luas benda setelah mengalami pemuaian luas		
3	Saya sudah dapat menentukan volume benda setelah mengalami pemuaian volume		
4	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor untuk menaikkan suhu tertentu		
5	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat		
6	Saya sudah dapat menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konveksi maupun radiasi		

EVALUASI

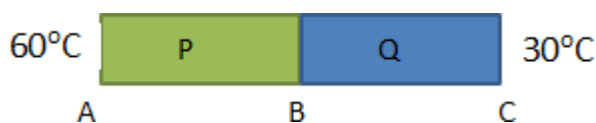
- Sebuah termometer X memiliki titik beku 40°X dan titik didih 240°X . Jika sebuah benda di ukur suhunya dengan menggunakan termometer Celcius menunjukkan angka 40°C , maka bila diukur dengan menggunakan termometer X suhunya adalah
 - 60°X
 - 90°X
 - 110°X
 - 120°X
 - 160°X
- Sebuah kalorimeter beisi es sebanyak 36 gram pada suhu -6°C . Kapasitas kalor kalorimeter adalah 27 kal/K. Kemudian ke dalam kalorimeter dituang zat cair dengan kalor jenis 0,58 kal/gram K dengan suhu 50°C yang menyebabkan suhu akhir 8°C . Massa zat cair yang ditungkan adalah gram (kalor jenis es = 0,5 kal/gram.K, kalor lebur es = 80 kal/gram)
 - 108
 - 150
 - 200
 - 288
 - 300
- Es sebanyak 3 kg pada suhu 0°C dibiarkan pada suhu ruang hingga seluruhnya mencair. Kalor yang diperlukan untuk mencairkan es tersebut adalah (kalor lebur es = $3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$)
 - 10^{-2} J
 - 10^{-3} J
 - 10^{-4} J
 - 10^{-5} J
 - 10^{-6} J
- Perhatikan gambar berikut!



Dalam gelas berisi 200 cc air 40°C kemudian dimasukkan 40 gram es 0°C . Jika kapasitas kalor gelas 20 kal/ $^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es adalah 80 kal/g, dan kalor jenis air 1 kal/gram $^{\circ}\text{C}$, maka berapakah suhu seimbangya?

- $21,54^{\circ}\text{C}$
- $32,44^{\circ}\text{C}$
- $64,00^{\circ}\text{C}$
- $84,00^{\circ}\text{C}$
- $96,56^{\circ}\text{C}$

5. Sebanyak 0,5 kg balok es dengan suhu -40°C dicampur dengan air 1 kg yang suhunya 80°C . Jika kalor jenis air $1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis es $0,5 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es 80 kal/gram , maka suhu akhir campuran adalah
- 10°C
 - 20°C
 - 30°C
 - 40°C
 - 50°C
6. Sebuah gelas kaca memiliki volume 500 cm^3 di isi penuh dengan alkohol pada suhu 0°C . Koefisien muai linier gelas $9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ dan koefisien muai volume alkohol $1,2 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$. Jika gelas dan alkohol dipanaskan sampai dengan suhu 22°C , maka banyaknya alkohol yang tumpah adalah
- $15,0 \text{ m}^3$
 - $14,5 \text{ m}^3$
 - $14,0 \text{ m}^3$
 - $13,5 \text{ m}^3$
 - $12,9 \text{ m}^3$
7. Sebuah batang tembaga yang memiliki koefisien muai linier $17 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ pada suhu 300 K memiliki panjang 12 cm . Jika suhu batang dijadikan 400 K , maka panjang batang bertambah sebesar
- $0,0204 \text{ cm}$
 - $0,204 \text{ cm}$
 - $2,04 \text{ cm}$
 - $0,324 \text{ cm}$
 - $3,24 \text{ cm}$
8. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 atm . Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi $\frac{1}{4}$ volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?
- 1 atm
 - 2 atm
 - 3 atm
 - 4 atm
 - 5 atm
9. Perhatikan sambungan 2 batang logam P dan Q berikut!



Bila panjang dan luas penampang kedua logam sama, tetapi konduktivitas logam P dua kali konduktivitas logam Q, maka suhu tepat pada sambungan di B adalah

- 20°C
- 30°C
- 40°C
- 50°C
- 80°C

10. Sebuah plat tipis memiliki luas permukaan $0,02 \text{ m}^2$. Plat tersebut dipanaskan dengan sebuah tungku hingga suhunya mencapai 1000 K . Jika emisivitas plat $0,6$, maka laju radiasi yang dipancarkan plat tersebut adalah ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/mK}^4$)

- a. $680,4 \text{ W}$
- b. $752,0 \text{ W}$
- c. $850,0 \text{ W}$
- d. $892,0 \text{ W}$
- e. $982,0 \text{ W}$

Kunci Jawaban Evaluasi

1. D
2. B
3. C
4. A
5. B
6. E
7. A
8. D
9. D
10. A



DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

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

LAMPIRAN IV
DATA HASIL PENELITIAN



Lampiran 4.1	Hasil <i>pretest</i> kelompok eksperimen
Lampiran 4.2	Hasil <i>pretest</i> kelompok kontrol
Lampiran 4.3	Hasil <i>posttest</i> kelompok eksperimen
Lampiran 4.4	Hasil <i>posttest</i> kelompok kontrol

Lampiran 4.1

Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen

- Butir Soal Nomor 1-10

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Alifia Arlin Maulidia	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
2	Ardian Fachri Ali	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	Desak Putu Candra Dewi	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
4	Dewa Komang Kerta Budi	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	Gede Vicky Yuga Alinzky	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
7	Gede Widia Sastra Wiguna	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	I Kadek Radiksa Ketu	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
9	I Made Abdi Darma	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
10	I Made Dhimas Setyawan	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
11	I Putu Sheva Aryasuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	I Wayan Rediasa	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	Ida Bagus Made Sunu Khrisna										
	Dinatha	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
14	Ipan Supanji	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
15	Kadek Mytha Oktarint Griadhi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	Kadek Rani Dwi Arianti	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
17	Kadek Rizky Aditya Utama	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
18	Kadek Sakabawa Agung Wardhiyana	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0

19	Kadek Tina Wulandari	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
20	Kadek Vina Sugestina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	Ketut Beni Suda Susanta	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
22	Ketut Indah Candra Dewi	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
23	Komang Abhirama Saputra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
24	Komang Agus Satria Wiguna	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
25	Komang Rika Trianjani	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
26	Komang Subawa Kori	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
27	Komang Sudarma	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
28	Komang Trisila Adriana	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
29	Komang Trisna Kencana Dewi	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0
30	Made Andhika Darmayasa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
31	Made Casya Cantika Putri	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
32	Made Suryaningsih Snana Putri	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
33	Maulana Ibrahim Rizki Akbar	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
34	Ni Kadek Rachel Damayanti	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
35	Ni Kadek Viona Frantika	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
36	Ni Made Indira Maheswari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
38	Nyoman Artalia Gunawan	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
40	Nyoman Radina Arysandi	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
41	Pande Gede Deva Hendria	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
42	Putu Agus Darma Putra	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

43	Putu Ngurah Adi Suastawa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Putu Paramaditya Nugraha Wicaksana	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
45	Putu Sisiera Gaeneta	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
46	Putu Syaina Aluna Marliestha Putri	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
47	Rafli Setiawan	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
48	Zalfa Khanza Khairunisa	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
49	Aulia Kirana Suryani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50	Ayu Pramesty	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
51	Dian Dwi Pratiwi	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
52	Garib Akbar	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
53	Gede Adi Lingua Putra	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
54	Gede Dedy Arthawan	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
55	Gede Egi Wira Pratama	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
56	Gede Javas Prabu P	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
57	Gede Mas Hari Sudha	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
58	Gusti Ayu Cantika Cordelia	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
59	Gusti Putu Gopal Eliasa	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
60	I Kadek Panji Suryawan	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
61	I Made Arya Primadharma	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
62	I Made Arya Weda D	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
63	I Made Mahes Ananta D	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
64	I Made Yudha Sugiarta	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
65	I Putu Sukerta	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

66	I Putu Wedhana Putra	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
67	I Putu Yogi Krisna Darma	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
68	Kadek Adhyaksa Wiraguna	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
69	Kadek Dwi Nindya Dewi M	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
70	Kadek Gio Saputra	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
71	Kadek Pradnya Wicaksana	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
72	Kadek Puan Anggreni	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
73	Kadek Ririn Pradnyaswari	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
74	Ketut Heni Sugiantari	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
75	Ketut Rasya Wibawa K	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
76	Ketut Wisnu Purnabawa	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
77	Komang Kanya Pradika P	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
78	Komang Surya Dharma	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
79	Made Darmi Satyani	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
80	Made Krisna Dwi Suputra	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
81	Maheira Wayde Tantra	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
82	Naura Aqilla	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
83	Ni Nyoman Listy P	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
84	Nyoman Widi Sudiatmaja	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
85	Pande Tirta Juliarta	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
86	Putu Achyuta Daiva	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
87	Putu Cheshta Dhyana P	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
88	Putu Febry Aryanti	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
89	Putu Mina Kamila	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1

90	Putu Rian Candra Wika	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
91	Putu Satya Dharma P	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
92	Putu Thea Aniswari	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
93	Putu Whisnu Wijaya	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
94	Raya Niko Setiaputri	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
95	Reifan Alam Huddi	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
96	Veronica Hendrawan	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

• **Butir Soal Nomor 11-20**

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Alifia Arlin Maulidia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Ardian Fachri Ali	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
3	Desak Putu Candra Dewi	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
4	Dewa Komang Kerta Budi	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	Gede Vicky Yuga Alinzky	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
7	Gede Widia Sastra Wiguna	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
8	I Kadek Radiksa Ketu	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
9	I Made Abdi Darma	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
10	I Made Dhimas Setyawan	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
11	I Putu Sheva Aryasuta	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	I Wayan Rediasa	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0

13	Ida Bagus Made Sunu Khrisna Dinatha	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
14	Ipan Supanji	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
15	Kadek Mytha Oktarint Griadhi	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
16	Kadek Rani Dwi Arianti	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
17	Kadek Rizky Aditya Utama	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
18	Kadek Sakabawa Agung Wardhiyana	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
19	Kadek Tina Wulandari	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
20	Kadek Vina Sugestina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Ketut Beni Suda Susanta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	Ketut Indah Candra Dewi	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
23	Komang Abhirama Saputra	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
24	Komang Agus Satria Wiguna	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
25	Komang Rika Trianjani	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
26	Komang Subawa Kori	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	Komang Sudarma	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
28	Komang Trisila Adriana	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
29	Komang Trisna Kencana Dewi	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
30	Made Andhika Darmayasa	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
31	Made Casya Cantika Putri	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
32	Made Suryaningsih Snana Putri	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
33	Maulana Ibrahim Rizki Akbar	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34	Ni Kadek Rachel Damayanti	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1

35	Ni Kadek Viona Frantika	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Ni Made Indira Maheswari	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
38	Nyoman Artalia Gunawan	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	Nyoman Radina Arysandi	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
41	Pande Gede Deva Hendria	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
42	Putu Agus Darma Putra	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
43	Putu Ngurah Adi Suastawa	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
44	Putu Paramaditya Nugraha Wicaksana	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
45	Putu Sisiera Gaeneta	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
46	Putu Syaina Aluna Marliestha Putri	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
47	Rafli Setiawan	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
48	Zalfa Khanza Khairunisa	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
49	Aulia Kirana Suryani	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
50	Ayu Pramesty	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
51	Dian Dwi Pratiwi	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
52	Garib Akbar	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
53	Gede Adi Lingua Putra	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
54	Gede Dedy Arthawan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	Gede Egi Wira Pratama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	Gede Javas Prabu P	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0

57	Gede Mas Hari Sudha	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
58	Gusti Ayu Cantika Cordelia	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
59	Gusti Putu Gopal Eliasa	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
60	I Kadek Panji Suryawan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
61	I Made Arya Primadharma	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
62	I Made Arya Weda D	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
63	I Made Mahes Ananta D	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
64	I Made Yudha Sugiarta	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
65	I Putu Sukerta	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
66	I Putu Wedhana Putra	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
67	I Putu Yogi Krisna Darma	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
68	Kadek Adhyaksa Wiraguna	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
69	Kadek Dwi Nindya Dewi M	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
70	Kadek Gio Saputra	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
71	Kadek Pradnya Wicaksana	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
72	Kadek Puan Anggreni	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
73	Kadek Ririn Pradnyaswari	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
74	Ketut Heni Sugiantari	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
75	Ketut Rasya Wibawa K	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
76	Ketut Wisnu Purnabawa	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
77	Komang Kanya Pradika P	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
78	Komang Surya Dharma	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
79	Made Darmi Satyani	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
80	Made Krisna Dwi Suputra	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

81	Maheira Wayde Tantra	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
82	Naura Aqilla	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
83	Ni Nyoman Listy P	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
84	Nyoman Widi Sudiatmaja	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
85	Pande Tirta Juliarta	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
86	Putu Achyuta Daiva	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
87	Putu Cheshta Dhyana P	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
88	Putu Febry Aryanti	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
89	Putu Mina Kamila	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
90	Putu Rian Candra Wika	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
91	Putu Satya Dharma P	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
92	Putu Thea Aniswari	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
93	Putu Whisnu Wijaya	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
94	Raya Niko Setiaputri	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
95	Reifan Alam Huddi	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
96	Veronica Hendrawan	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

• **Skor Total**

No	Nama Siswa	Skor Total	Nilai
1	Alifia Arlin Maulidia	7	35
2	Ardian Fachri Ali	5	25
3	Desak Putu Candra Dewi	13	65
4	Dewa Komang Kerta Budi	6	30
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	3	15

6	Gede Vicky Yuga Alinzky	12	60
7	Gede Widia Sastra Wiguna	5	25
8	I Kadek Radiksa Ketu	7	35
9	I Made Abdi Darma	9	45
10	I Made Dhimas Setyawan	10	50
11	I Putu Sheva Aryasuta	1	5
12	I Wayan Rediasa	6	30
13	Ida Bagus Made Sunu Khrisna Dinatha	9	45
14	Ipan Supanji	6	30
15	Kadek Mytha Oktarint Griadhi	4	20
16	Kadek Rani Dwi Arianti	8	40
17	Kadek Rizky Aditya Utama	9	45
18	Kadek Sakabawa Agung Wardhiyana	6	30
19	Kadek Tina Wulandari	12	60
20	Kadek Vina Sugestina	1	5
21	Ketut Beni Suda Susanta	6	30
22	Ketut Indah Candra Dewi	8	40
23	Komang Abhirama Saputra	5	25
24	Komang Agus Satria Wiguna	9	45
25	Komang Rika Trianjani	7	35
26	Komang Subawa Kori	3	15
27	Komang Sudarma	11	55

28	Komang Trisila Adriana	8	40
29	Komang Trisna Kencana Dewi	11	55
30	Made Andhika Darmayasa	9	45
31	Made Casya Cantika Putri	6	30
32	Made Suryaningsih Snana Putri	8	40
33	Maulana Ibrahim Rizki Akbar	7	35
34	Ni Kadek Rachel Damayanti	12	60
35	Ni Kadek Viona Frantika	6	30
36	Ni Made Indira Maheswari	3	15
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	6	30
38	Nyoman Artalia Gunawan	7	35
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	6	30
40	Nyoman Radina Arysandi	8	40
41	Pande Gede Deva Hendria	8	40
42	Putu Agus Darma Putra	7	35
43	Putu Ngurah Adi Suastawa	4	20
44	Putu Paramaditya Nugraha Wicaksana	8	40
45	Putu Sisiera Gaeneta	8	40
46	Putu Syaina Aluna Marliestha Putri	12	60
47	Rafli Setiawan	9	45
48	Zalfa Khanza Khairunisa	11	55
49	Aulia Kirana Suryani	6	30
50	Ayu Pramesty	10	50

51	Dian Dwi Pratiwi	8	40
52	Garib Akbar	6	30
53	Gede Adi Lingua Putra	6	30
54	Gede Dedy Arthawan	6	30
55	Gede Egi Wira Pratama	6	30
56	Gede Javas Prabu P	6	30
57	Gede Mas Hari Sudha	8	40
58	Gusti Ayu Cantika Cordelia	8	40
59	Gusti Putu Gopal Eliasa	7	35
60	I Kadek Panji Suryawan	10	50
61	I Made Arya Primadharma	11	55
62	I Made Arya Weda D	13	65
63	I Made Mahes Ananta D	12	60
64	I Made Yudha Sugiarta	8	40
65	I Putu Sukerta	10	50
66	I Putu Wedhana Putra	10	50
67	I Putu Yogi Krisna Darma	12	60
68	Kadek Adhyaksa Wiraguna	10	50
69	Kadek Dwi Nindya Dewi M	12	60
70	Kadek Gio Saputra	8	40
71	Kadek Pradnya Wicaksana	8	40
72	Kadek Puan Anggreni	6	30
73	Kadek Ririn Pradnyaswari	9	45
74	Ketut Heni Sugiantari	10	50

75	Ketut Rasya Wibawa K	8	40
76	Ketut Wisnu Purnabawa	8	40
77	Komang Kanya Pradika P	6	30
78	Komang Surya Dharma	8	40
79	Made Darmi Satyani	8	40
80	Made Krisna Dwi Suputra	10	50
81	Maheira Wayde Tantra	8	40
82	Naura Aqilla	10	50
83	Ni Nyoman Listy P	6	30
84	Nyoman Widi Sudiatmaja	7	35
85	Pande Tirta Juliartha	5	25
86	Putu Achyuta Daiva	7	35
87	Putu Cheshta Dhyana P	6	30
88	Putu Febry Aryanti	12	60
89	Putu Mina Kamila	12	60
90	Putu Rian Candra Wika	6	30
91	Putu Satya Dharma P	10	50
92	Putu Thea Aniswari	6	30
93	Putu Whisnu Wijaya	12	60
94	Raya Niko Setiaputri	8	40
95	Reifan Alam Huddi	6	30
96	Veronica Hendrawan	4	20

Lampiran 4.2

Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol

- Butir Soal Nomor 1-10

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Dewa Kadek Wipra Andrayuga	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
2	Gede Pande Ari Wiguna	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3	Gede Yeldy Agis Ariansyah	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
4	Gus Dhiram Mandara	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	Gusti Ayu Made Dwi Juniastuti	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	Gusti Ayu Putu Dea Sinta P	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
7	I Gede Pasek Arya Yogaswara	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	I Gusti Ngurah Surya N	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
9	I Kadek Devara Adi Kusuma	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	I Made Wahyu Dilan S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
11	I Putu Hery Ferdynand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	I Putu Krisna Darma S	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
13	I Putu Ryan Yudhistira	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0
14	Kadek Arga Kusuma Jayadi	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
15	Kadek Ayu Sila Putri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	Kadek Cahya Yusiari P	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
17	Kdek Diva Anggarina S	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
18	Kadek Harry Frida Yasa	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
19	Kadek Indi Wulandewi	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1

20	Kadek Surya Darma	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	Kadek Tania Friska W	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
23	Komang Agus Astrawan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
24	Komang Agus Sudiantara	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
25	Komang Bagas Surya W	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
26	Komang Devan Diyasa	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
27	Komang Trisna Wikantini	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
28	Komang Widianing Sari	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
31	M. Luthfi Al Kahfi	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
32	Made Adi Sharaswana D. P	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
33	Made Artika Sudiyanti	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
34	Ni Komang Intan Widiasari P	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
35	Ni Made Henny Paramitha	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
36	Ni Made Natasya Aurelia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Nyoman Triana Kumala S	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
38	Putu Agus Ananda Pratama	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
39	Putu Alisia Maydina Putri	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
41	Putu Dea Pebrianti	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
42	Putu Eka Sandya Radistha	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
43	Putu Kesya Valentia Putri	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

44	Putu Manik Cahyadi	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
45	Putu Putri Seni Witayani	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
46	Putu Restu Sastra Adi	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
47	Putu Ryan Aryadinata	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
48	Sora Gabriel	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50	Gede Budi Apriawan	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
53	I Kadek Widiatmika Saputra	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
54	I Ketut Lanang Jagaditha	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
55	I Komang Gede Sastrawan	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
56	I Made Wahyudi Brahmantara	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
57	I Putu Agus Patra Mandala	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
58	I Putu Randi Anggara Putra	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
61	Kadek Gek Icca Kirana P	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
62	Kadek Kris Valentino	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
63	Kadek Mogi Witarningsih	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
64	Kadek Restu Maheswara	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
65	Kadek REXSA Putra Trisheila	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
66	Kadek Ryana	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
67	Kadek Wirangga Dinova	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

68	Ketut Aryalika Abdi Dwitari	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
69	Keyzha Skyra Aerodea P	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
70	Komang Deni Sri Laksmia Wardani	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
71	Komang Arya Bima Artha	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
72	Komang Riski Puta Tri Guna	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
73	Komang Sang Mahendra	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
74	Lovely Shira Aurelia	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
75	Luh Lidya Adsari	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
76	Made Aswarani Putri M	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
77	Made Aditiya Arya Wicaksana	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
78	Made Erick Daiva Jayadi	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
79	Made Jeko Satriana	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
80	Maria Etelvina Bosco Aleixo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
81	Muhammad Ilzam	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
82	Ni Ketut Indah Aprilia	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
83	Ni Ketut Lucia Mirandani	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
84	Ni Made Ningrum P	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
85	Ni Made Virstya Putri W	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
86	Ni Nyoman Fransiska W. S. K	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
87	Nyoman Ngurah Wisnu Ardana	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
88	Putu Chandra Widya Pramesti	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
90	Putu Galih Luwih Diatmika	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0

17	Kdek Diva Anggarina S	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
18	Kadek Harry Frida Yasa	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
19	Kadek Indi Wulandewi	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
20	Kadek Surya Darma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Kadek Tania Friska W	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
23	Komang Agus Astrawan	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
24	Komang Agus Sudiantara	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
25	Komang Bagas Surya W	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
26	Komang Devan Diyasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	Komang Trisna Wikantini	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
28	Komang Widianing Sari	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
31	M. Luthfi Al Kahfi	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
32	Made Adi Sharaswana D. P	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
33	Made Artika Sudiyanti	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34	Ni Komang Intan Widyasari P	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
35	Ni Made Henny Paramitha	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Ni Made Natasya Aurelia	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
37	Nyoman Triana Kumala S	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
38	Putu Agus Ananda Pratama	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
39	Putu Alisia Maydina Putri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0

41	Putu Dea Pebrianti	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
42	Putu Eka Sandya Radistha	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
43	Putu Kesya Valentia Putri	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
44	Putu Manik Cahyadi	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
45	Putu Putri Seni Witayani	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
46	Putu Restu Sastra Adi	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
47	Putu Ryan Aryadinata	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
48	Sora Gabriel	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
50	Gede Budi Apriawan	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
53	I Kadek Widiatmika Saputra	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
54	I Ketut Lanang Jagaditha	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	I Komang Gede Sastrawan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	I Made Wahyudi Brahmantara	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
57	I Putu Agus Patra Mandala	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
58	I Putu Randi Anggara Putra	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
61	Kadek Gek Icca Kirana P	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
62	Kadek Kris Valentino	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
63	Kadek Mogi Witarningsih	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
64	Kadek Restu Maheswara	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1

65	Kadek Rexsa Putra Trisheila	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
66	Kadek Ryana	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
67	Kadek Wirangga Dinova	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
68	Ketut Aryalika Abdi Dwitari	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
69	Keyzha Skyra Aerodea P	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
70	Komang Deni Sri Laksmia Wardani	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
71	Komang Arya Bima Artha	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
72	Komang Riski Puta Tri Guna	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
73	Komang Sang Mahendra	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
74	Lovely Shira Aurelia	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
75	Luh Lidya Adsari	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
76	Made Aswarani Putri M	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
77	Made Aditiya Arya Wicaksana	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
78	Made Erick Daiva Jayadi	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
79	Made Jeko Satriana	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
80	Maria Etelvina Bosco Aleixo	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
81	Muhammad Ilzam	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
82	Ni Ketut Indah Aprilia	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
83	Ni Ketut Lucia Mirandani	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
84	Ni Made Ningrum P	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
85	Ni Made Virstya Putri W	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
86	Ni Nyoman Fransiska W. S. K	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
87	Nyoman Ngurah Wisnu Ardana	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1

88	Putu Chandra Widya Pramesti	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
90	Putu Galih Luwih Diatmika	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
92	Putu Mahesa Candra Pratama	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
93	Putu Nia	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
94	Putu Widhi Astika Wiguna	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
95	Putu Zoe Sarwayna	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
96	Rangga Adi Pranata	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

• **Skor Total**

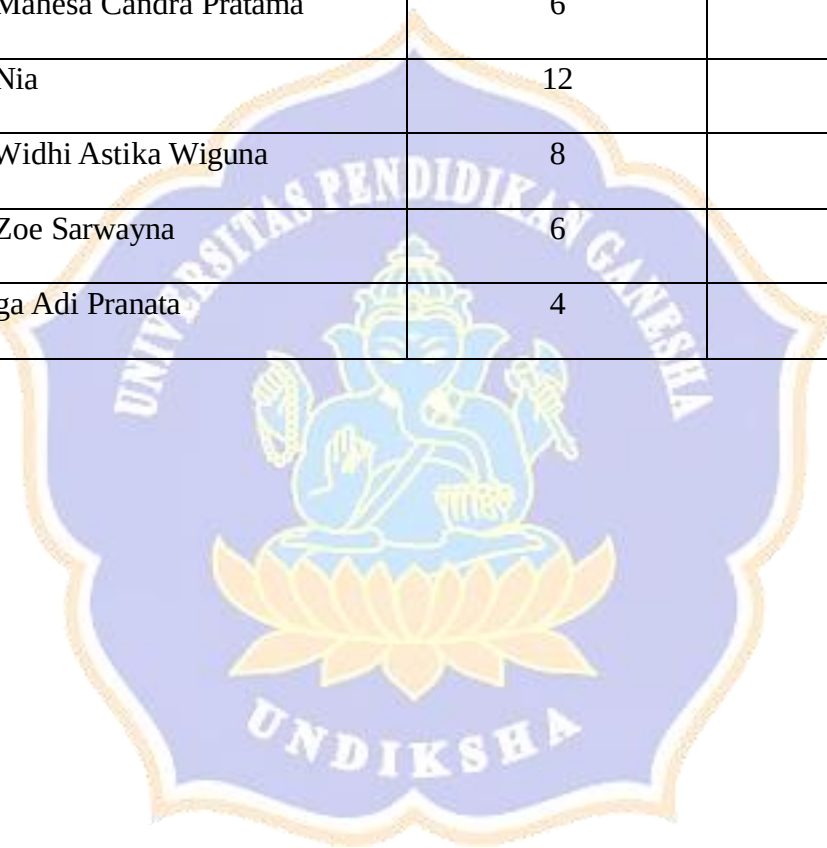
No	Nama Siswa	Skor Total	Nilai
1	Dewa Kadek Wipra Andrayuga	8	40
2	Gede Pande Ari Wiguna	6	30
3	Gede Yeldy Agis Ariansyah	13	65
4	Gus Dhiram Mandara	6	30
5	Gusti Ayu Made Dwi Juniastuti	3	15
6	Gusti Ayu Putu Dea Sinta P	12	60
7	I Gede Pasek Arya Yogaswara	6	30
8	I Gusti Ngurah Surya N	7	35
9	I Kadek Devara Adi Kusuma	5	25
10	I Made Wahyu Dilan S	10	50
11	I Putu Hery Ferdynand	1	5
12	I Putu Krisna Darma S	7	35

13	I Putu Ryan Yudhistira	9	45
14	Kadek Arga Kusuma Jayadi	6	30
15	Kadek Ayu Sila Putri	4	20
16	Kadek Cahya Yusiari P	8	40
17	Kdek Diva Anggarina S	9	45
18	Kadek Harry Frida Yasa	6	30
19	Kadek Indi Wulandewi	13	65
20	Kadek Surya Darma	1	5
21	Kadek Tania Friska W	6	30
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	8	40
23	Komang Agus Astrawan	5	25
24	Komang Agus Sudiantara	9	45
25	Komang Bagas Surya W	7	35
26	Komang Devan Diyasa	3	15
27	Komang Trisna Wikantini	11	55
28	Komang Widianing Sari	8	40
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	11	55
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	9	45
31	M. Luthfi Al Kahfi	6	30
32	Made Adi Sharaswana D. P	8	40
33	Made Artika Sudiyanti	7	35
34	Ni Komang Intan Widiasari P	12	60
35	Ni Made Henny Paramitha	6	30
36	Ni Made Natasya Aurelia	3	15

37	Nyoman Triana Kumala S	6	30
38	Putu Agus Ananda Pratama	7	35
39	Putu Alisia Maydina Putri	4	20
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	8	40
41	Putu Dea Pebrianti	8	40
42	Putu Eka Sandya Radistha	7	35
43	Putu Kesya Valentia Putri	5	25
44	Putu Manik Cahyadi	8	40
45	Putu Putri Seni Witayani	8	40
46	Putu Restu Sastra Adi	12	60
47	Putu Ryan Aryadinata	9	45
48	Sora Gabriel	11	55
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	6	30
50	Gede Budi Apriawan	10	50
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	8	40
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	6	30
53	I Kadek Widiatmika Saputra	6	30
54	I Ketut Lanang Jagaditha	6	30
55	I Komang Gede Sastrawan	6	30
56	I Made Wahyudi Brahmantara	6	30
57	I Putu Agus Patra Mandala	8	40
58	I Putu Randi Anggara Putra	8	40
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	7	35
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	10	50

61	Kadek Gek Icca Kirana P	11	55
62	Kadek Kris Valentino	9	45
63	Kadek Mogi Witarningsih	12	60
64	Kadek Restu Maheswara	8	40
65	Kadek Ressa Putra Trisheila	10	50
66	Kadek Ryana	10	50
67	Kadek Wirangga Dinova	12	60
68	Ketut Aryalika Abdi Dwitari	10	50
69	Keyzha Skyra Aerodea P	12	60
70	Komang Deni Sri Laksmia Wardani	8	40
71	Komang Arya Bima Artha	8	40
72	Komang Riski Puta Tri Guna	6	30
73	Komang Sang Mahendra	9	45
74	Lovely Shira Aurelia	10	50
75	Luh Lidya Adsari	8	40
76	Made Aswarani Putri M	8	40
77	Made Aditiya Arya Wicaksana	6	30
78	Made Erick Daiva Jayadi	8	40
79	Made Jeko Satriana	10	50
80	Maria Etelvina Bosco Aleixo	10	50
81	Muhammad Ilzam	8	40
82	Ni Ketut Indah Aprilia	10	50
83	Ni Ketut Lucia Mirandani	6	30
84	Ni Made Ningrum P	7	35

85	Ni Made Virstya Putri W	5	25
86	Ni Nyoman Fransiska W. S. K	7	35
87	Nyoman Ngurah Wisnu Ardana	6	30
88	Putu Chandra Widya Pramesti	12	60
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	12	60
90	Putu Galih Luwih Diatmika	6	30
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	10	50
92	Putu Mahesa Candra Pratama	6	30
93	Putu Nia	12	60
94	Putu Widhi Astika Wiguna	8	40
95	Putu Zoe Sarwayna	6	30
96	Rangga Adi Pranata	4	20



Lampiran 4.3

Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen

- Butir Soal Nomor 1-10

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Alifia Arlin Maulidia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Ardian Fachri Ali	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	Desak Putu Candra Dewi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Dewa Komang Kerta Budi	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
6	Gede Vicky Yuga Alinzky	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Gede Widia Sastra Wiguna	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
8	I Kadek Radiksa Ketu	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
9	I Made Abdi Darma	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
10	I Made Dhimas Setyawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	I Putu Sheva Aryasuta	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
12	I Wayan Rediasa	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
13	Ida Bagus Made Sunu Khrisna										
	Dinatha	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
14	Ipan Supanji	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
15	Kadek Mytha Oktarint Griadhi	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
16	Kadek Rani Dwi Arianti	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
17	Kadek Rizky Aditya Utama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	Kadek Sakabawa Agung Wardhiyana	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0

19	Kadek Tina Wulandari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Kadek Vina Sugestina	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
21	Ketut Beni Suda Susanta	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
22	Ketut Indah Candra Dewi	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
23	Komang Abhirama Saputra	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
24	Komang Agus Satria Wiguna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	Komang Rika Trianjani	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
26	Komang Subawa Kori	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
27	Komang Sudarma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	Komang Trisila Adriana	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
29	Komang Trisna Kencana Dewi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	Made Andhika Darmayasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	Made Casya Cantika Putri	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
32	Made Suryaningsih Snana Putri	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
33	Maulana Ibrahim Rizki Akbar	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
34	Ni Kadek Rachel Damayanti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	Ni Kadek Viona Frantika	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
36	Ni Made Indira Maheswari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
38	Nyoman Artalia Gunawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
40	Nyoman Radina Arysandi	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
41	Pande Gede Deva Hendria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	Putu Agus Darma Putra	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

90	Putu Rian Candra Wika	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
91	Putu Satya Dharma P	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
92	Putu Thea Aniswari	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
93	Putu Whisnu Wijaya	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
94	Raya Niko Setiaputri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
95	Reifan Alam Huddi	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
96	Veronica Hendrawan	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0

• **Butir Soal Nomor 11-20**

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Alifia Arlin Maulidia	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
2	Ardian Fachri Ali	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
3	Desak Putu Candra Dewi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Dewa Komang Kerta Budi	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
6	Gede Vicky Yuga Alinzky	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Gede Widia Sastra Wiguna	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
8	I Kadek Radiksa Ketu	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
9	I Made Abdi Darma	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
10	I Made Dhimas Setyawan	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
11	I Putu Sheva Aryasuta	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
12	I Wayan Rediasa	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1

35	Ni Kadek Viona Frantika	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
36	Ni Made Indira Maheswari	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
38	Nyoman Artalia Gunawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
40	Nyoman Radina Arysandi	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
41	Pande Gede Deva Hendria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	Putu Agus Darma Putra	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
43	Putu Ngurah Adi Suastawa	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
44	Putu Paramaditya Nugraha										
	Wicaksana	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
45	Putu Sisiera Gaeneta	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
46	Putu Syaina Aluna Marliestha										
	Putri	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
47	Rafli Setiawan	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
48	Zalfa Khanza Khairunisa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	Aulia Kirana Suryani	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
50	Ayu Pramesty	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
51	Dian Dwi Pratiwi	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
52	Garib Akbar	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
53	Gede Adi Lingua Putra	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
54	Gede Dedy Arthawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55	Gede Egi Wira Pratama	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
56	Gede Javas Prabu P	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0

57	Gede Mas Hari Sudha	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
58	Gusti Ayu Cantika Cordelia	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
59	Gusti Putu Gopal Eliasa	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
60	I Kadek Panji Suryawan	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
61	I Made Arya Primadharma	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
62	I Made Arya Weda D	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
63	I Made Mahes Ananta D	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
64	I Made Yudha Sugiarta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
65	I Putu Sukerta	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
66	I Putu Wedhana Putra	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
67	I Putu Yogi Krisna Darma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68	Kadek Adhyaksa Wiraguna	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
69	Kadek Dwi Nindya Dewi M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
70	Kadek Gio Saputra	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
71	Kadek Pradnya Wicaksana	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
72	Kadek Puan Anggreni	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
73	Kadek Ririn Pradnyaswari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
74	Ketut Heni Sugiantari	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
75	Ketut Rasya Wibawa K	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
76	Ketut Wisnu Purnabawa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
77	Komang Kanya Pradika P	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
78	Komang Surya Dharma	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
79	Made Darmi Satyani	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
80	Made Krisna Dwi Suputra	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

81	Maheira Wayde Tantra	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
82	Naura Aqilla	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
83	Ni Nyoman Listy P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
84	Nyoman Widi Sudiatmaja	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
85	Pande Tirta Juliarta	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
86	Putu Achyuta Daiva	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
87	Putu Cheshta Dhyana P	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
88	Putu Febry Aryanti	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
89	Putu Mina Kamila	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	Putu Rian Candra Wika	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
91	Putu Satya Dharma P	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
92	Putu Thea Aniswari	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
93	Putu Whisnu Wijaya	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
94	Raya Niko Setiaputri	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
95	Reifan Alam Huddi	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
96	Veronica Hendrawan	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1

• **Skor Total**

No	Nama Siswa	Skor Total	Nilai
1	Alifia Arlin Maulidia	18	90
2	Ardian Fachri Ali	17	85
3	Desak Putu Candra Dewi	20	100
4	Dewa Komang Kerta Budi	16	80
5	Dewa Made Satria Ananda Dwipa	11	55

6	Gede Vicky Yuga Alinzky	20	100
7	Gede Widia Sastra Wiguna	15	75
8	I Kadek Radiksa Ketu	14	70
9	I Made Abdi Darma	18	90
10	I Made Dhimas Setyawan	19	95
11	I Putu Sheva Aryasuta	9	45
12	I Wayan Rediasa	16	80
13	Ida Bagus Made Sunu Khrisna Dinatha	17	85
14	Ipan Supanji	12	60
15	Kadek Mytha Oktarint Griadhi	14	70
16	Kadek Rani Dwi Arianti	15	75
17	Kadek Rizky Aditya Utama	19	95
18	Kadek Sakabawa Agung Wardhiyana	13	65
19	Kadek Tina Wulandari	20	100
20	Kadek Vina Sugestina	10	50
21	Ketut Beni Suda Susanta	14	70
22	Ketut Indah Candra Dewi	17	85
23	Komang Abhirama Saputra	15	75
24	Komang Agus Satria Wiguna	18	90
25	Komang Rika Trianjani	16	80
26	Komang Subawa Kori	11	55
27	Komang Sudarma	19	95

28	Komang Trisila Adriana	17	85
29	Komang Trisna Kencana Dewi	20	100
30	Made Andhika Darmayasa	10	50
31	Made Casya Cantika Putri	16	80
32	Made Suryaningsih Snana Putri	17	85
33	Maulana Ibrahim Rizki Akbar	15	75
34	Ni Kadek Rachel Damayanti	20	100
35	Ni Kadek Viona Frantika	13	65
36	Ni Made Indira Maheswari	18	90
37	Nyoman Adhi Wahyu Yogantara	17	85
38	Nyoman Artalia Gunawan	20	100
39	Nyoman Laksmi Citra Lestari	16	80
40	Nyoman Radina Arysandi	11	55
41	Pande Gede Deva Hendria	20	100
42	Putu Agus Darma Putra	15	75
43	Putu Ngurah Adi Suastawa	14	70
44	Putu Paramaditya Nugraha Wicaksana	18	90
45	Putu Sisiera Gaeneta	19	95
46	Putu Syaina Aluna Marliestha Putri	9	45
47	Rafli Setiawan	16	80
48	Zalfa Khanza Khairunisa	17	85
49	Aulia Kirana Suryani	12	60
50	Ayu Pramesty	14	70

51	Dian Dwi Pratiwi	15	75
52	Garib Akbar	19	95
53	Gede Adi Lingua Putra	13	65
54	Gede Dedy Arthawan	20	100
55	Gede Egi Wira Pratama	10	50
56	Gede Javas Prabu P	14	70
57	Gede Mas Hari Sudha	17	85
58	Gusti Ayu Cantika Cordelia	15	75
59	Gusti Putu Gopal Eliasa	18	90
60	I Kadek Panji Suryawan	16	80
61	I Made Arya Primadharma	11	55
62	I Made Arya Weda D	19	95
63	I Made Mahes Ananta D	17	85
64	I Made Yudha Sugiarta	20	100
65	I Putu Sukerta	10	50
66	I Putu Wedhana Putra	16	80
67	I Putu Yogi Krisna Darma	17	85
68	Kadek Adhyaksa Wiraguna	15	75
69	Kadek Dwi Nindya Dewi M	20	100
70	Kadek Gio Saputra	13	65
71	Kadek Pradnya Wicaksana	18	90
72	Kadek Puan Anggreni	17	85
73	Kadek Ririn Pradnyaswari	20	100
74	Ketut Heni Sugiantari	16	80

75	Ketut Rasya Wibawa K	11	55
76	Ketut Wisnu Purnabawa	20	100
77	Komang Kanya Pradika P	15	75
78	Komang Surya Dharma	14	70
79	Made Darmi Satyani	18	90
80	Made Krisna Dwi Suputra	19	95
81	Maheira Wayde Tantra	9	45
82	Naura Aqilla	16	80
83	Ni Nyoman Listy P	17	85
84	Nyoman Widi Sudiarmaja	12	60
85	Pande Tirta Juliartha	14	70
86	Putu Achyuta Daiva	15	75
87	Putu Cheshta Dhyana P	19	95
88	Putu Febry Aryanti	13	65
89	Putu Mina Kamila	20	100
90	Putu Rian Candra Wika	10	50
91	Putu Satya Dharma P	14	70
92	Putu Thea Aniswari	17	85
93	Putu Whisnu Wijaya	15	75
94	Raya Niko Setiaputri	18	90
95	Reifan Alam Huddi	16	80
96	Veronica Hendrawan	11	55

Lampiran 4.4

Hasil Posttest Kelompok Kontrol

• Butir Soal Nomor 1-10

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Dewa Kadek Wipra Andrayuga	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
2	Gede Pande Ari Wiguna	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
3	Gede Yeldy Agis Ariansyah	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
4	Gus Dhiram Mandara	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
5	Gusti Ayu Made Dwi Juniastuti	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
6	Gusti Ayu Putu Dea Sinta P	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
7	I Gede Pasek Arya Yogaswara	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
8	I Gusti Ngurah Surya N	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
9	I Kadek Devara Adi Kusuma	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
10	I Made Wahyu Dilan S	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
11	I Putu Hery Ferdynand	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
12	I Putu Krisna Darma S	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
13	I Putu Ryan Yudhistira	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
14	Kadek Arga Kusuma Jayadi	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
15	Kadek Ayu Sila Putri	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
16	Kadek Cahya Yusiari P	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
17	Kdek Diva Anggarina S	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
18	Kadek Harry Frida Yasa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	Kadek Indi Wulandewi	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

20	Kadek Surya Darma	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
21	Kadek Tania Friska W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
23	Komang Agus Astrawan	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
24	Komang Agus Sudiantara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	Komang Bagas Surya W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	Komang Devan Diyasa	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
27	Komang Trisna Wikantini	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
28	Komang Widianing Sari	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	M. Luthfi Al Kahfi	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
32	Made Adi Sharaswana D. P	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
33	Made Artika Sudiyanti	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
34	Ni Komang Intan Widiasari P	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
35	Ni Made Henny Paramitha	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
36	Ni Made Natasya Aurelia	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
37	Nyoman Triana Kumala S	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
38	Putu Agus Ananda Pratama	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
39	Putu Alisia Maydina Putri	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
41	Putu Dea Pebrianti	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
42	Putu Eka Sandya Radistha	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
43	Putu Kesya Valentia Putri	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1

44	Putu Manik Cahyadi	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
45	Putu Putri Seni Witayani	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
46	Putu Restu Sastra Adi	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
47	Putu Ryan Aryadinata	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
48	Sora Gabriel	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
50	Gede Budi Apriawan	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	I Kadek Widiatmika Saputra	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
54	I Ketut Lanang Jagaditha	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
55	I Komang Gede Sastrawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
56	I Made Wahyudi Brahmantara	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
57	I Putu Agus Patra Mandala	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
58	I Putu Randi Anggara Putra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
61	Kadek Gek Icca Kirana P	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
62	Kadek Kris Valentino	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
63	Kadek Mogi Witarningsih	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
64	Kadek Restu Maheswara	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
65	Kadek REXSA Putra Trisheila	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
66	Kadek Ryana	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
67	Kadek Wirangga Dinova	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1

68	Ketut Aryalika Abdi Dwitari	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
69	Keyzha Skyra Aerodea P	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
70	Komang Deni Sri Laksmia Wardani	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
71	Komang Arya Bima Artha	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
72	Komang Riski Puta Tri Guna	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
73	Komang Sang Mahendra	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
74	Lovely Shira Aurelia	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
75	Luh Lidya Adsari	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
76	Made Aswarani Putri M	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
77	Made Aditiya Arya Wicaksana	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
78	Made Erick Daiva Jayadi	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
79	Made Jeko Satriana	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
80	Maria Etelvina Bosco Aleixo	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
81	Muhammad Ilzam	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
82	Ni Ketut Indah Aprilia	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
83	Ni Ketut Lucia Mirandani	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
84	Ni Made Ningrum P	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
85	Ni Made Virstya Putri W	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
86	Ni Nyoman Fransiska W. S. K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
87	Nyoman Ngurah Wisnu Ardana	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
88	Putu Chandra Widya Pramesti	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	Putu Galih Luwih Diatmika	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1

92	Putu Mahesa Candra Pratama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
93	Putu Nia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
94	Putu Widhi Astika Wiguna	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
95	Putu Zoe Sarwayna	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
96	Rangga Adi Pranata	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1

• **Butir Soal Nomor 11-20**

No	Nama Siswa	Nomor soal									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Dewa Kadek Wipra Andrayuga	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
2	Gede Pande Ari Wiguna	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
3	Gede Yeldy Agis Ariansyah	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
4	Gus Dhiram Mandara	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
5	Gusti Ayu Made Dwi Juniastuti	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
6	Gusti Ayu Putu Dea Sinta P	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
7	I Gede Pasek Arya Yogaswara	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
8	I Gusti Ngurah Surya N	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
9	I Kadek Devara Adi Kusuma	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
10	I Made Wahyu Dilan S	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
11	I Putu Hery Ferdynand	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
12	I Putu Krisna Darma S	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
13	I Putu Ryan Yudhistira	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
14	Kadek Arga Kusuma Jayadi	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
15	Kadek Ayu Sila Putri	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
16	Kadek Cahya Yusiari P	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1

17	Kdek Diva Anggarina S	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
18	Kadek Harry Frida Yasa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	Kadek Indi Wulandewi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Kadek Surya Darma	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
21	Kadek Tania Friska W	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
23	Komang Agus Astrawan	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
24	Komang Agus Sudiantara	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
25	Komang Bagas Surya W	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
26	Komang Devan Diyasa	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
27	Komang Trisna Wikantini	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
28	Komang Widianing Sari	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
31	M. Luthfi Al Kahfi	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
32	Made Adi Sharaswana D. P	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
33	Made Artika Sudiyanti	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
34	Ni Komang Intan Widyasari P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	Ni Made Henny Paramitha	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
36	Ni Made Natasya Aurelia	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
37	Nyoman Triana Kumala S	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
38	Putu Agus Ananda Pratama	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
39	Putu Alisia Maydina Putri	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

41	Putu Dea Pebrianti	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
42	Putu Eka Sandya Radistha	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
43	Putu Kesya Valentia Putri	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
44	Putu Manik Cahyadi	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
45	Putu Putri Seni Witayani	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
46	Putu Restu Sastra Adi	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
47	Putu Ryan Aryadinata	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
48	Sora Gabriel	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
50	Gede Budi Apriawan	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	I Kadek Widiatmika Saputra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
54	I Ketut Lanang Jagaditha	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
55	I Komang Gede Sastrawan	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
56	I Made Wahyudi Brahmantara	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
57	I Putu Agus Patra Mandala	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
58	I Putu Randi Anggara Putra	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
61	Kadek Gek Icca Kirana P	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
62	Kadek Kris Valentino	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
63	Kadek Mogi Witarningsih	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
64	Kadek Restu Maheswara	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0

88	Putu Chandra Widya Pramesti	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
90	Putu Galih Luwih Diatmika	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
92	Putu Mahesa Candra Pratama	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
93	Putu Nia	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
94	Putu Widhi Astika Wiguna	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
95	Putu Zoe Sarwayna	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
96	Rangga Adi Pranata	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1

• **Skor Total**

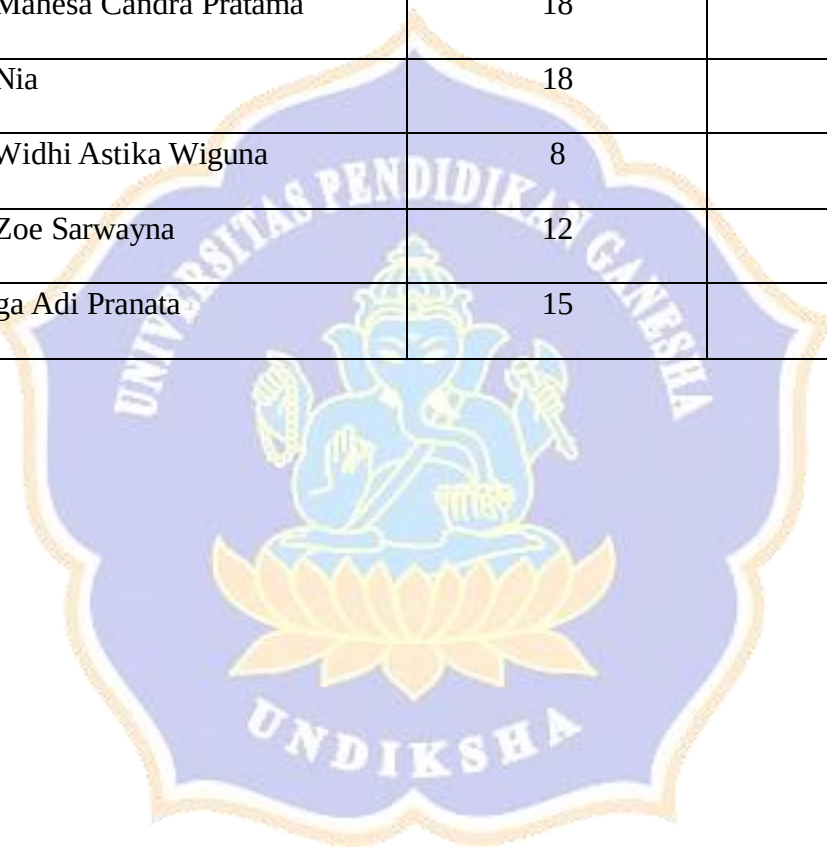
No	Nama Siswa	Skor Total	Nilai
1	Dewa Kadek Wipra Andrayuga	18	90
2	Gede Pande Ari Wiguna	14	70
3	Gede Yeldy Agis Ariansyah	15	75
4	Gus Dhiram Mandara	13	65
5	Gusti Ayu Made Dwi Juniastuti	14	70
6	Gusti Ayu Putu Dea Sinta P	12	60
7	I Gede Pasek Arya Yogaswara	11	55
8	I Gusti Ngurah Surya N	17	85
9	I Kadek Devara Adi Kusuma	10	50
10	I Made Wahyu Dilan S	14	70
11	I Putu Hery Ferdynand	17	85
12	I Putu Krisna Darma S	16	80

13	I Putu Ryan Yudhistira	12	60
14	Kadek Arga Kusuma Jayadi	17	85
15	Kadek Ayu Sila Putri	13	65
16	Kadek Cahya Yusiari P	17	85
17	Kdek Diva Anggarina S	11	55
18	Kadek Harry Frida Yasa	20	100
19	Kadek Indi Wulandewi	19	95
20	Kadek Surya Darma	11	55
21	Kadek Tania Friska W	19	95
22	Kadek Wahyu Dharma B. A	15	75
23	Komang Agus Astrawan	13	65
24	Komang Agus Sudiantara	18	90
25	Komang Bagus Surya W	18	90
26	Komang Devan Diyasa	8	40
27	Komang Trisna Wikantini	12	60
28	Komang Widianing Sari	15	75
29	Luh Jenny Kurnia Dharma	12	60
30	Luh Putu Sulistya Maheswari	9	45
31	M. Luthfi Al Kahfi	13	65
32	Made Adi Sharaswana D. P	16	80
33	Made Artika Sudiyanti	12	60
34	Ni Komang Intan Widiasari P	18	90
35	Ni Made Henny Paramitha	18	90
36	Ni Made Natasya Aurelia	14	70

37	Nyoman Triana Kumala S	15	75
38	Putu Agus Ananda Pratama	13	65
39	Putu Alisia Maydina Putri	14	70
40	Putu Aryalina Abdi Triatmi	12	60
41	Putu Dea Pebrianti	11	55
42	Putu Eka Sandya Radistha	17	85
43	Putu Kesya Valentia Putri	10	50
44	Putu Manik Cahyadi	14	70
45	Putu Putri Seni Witayani	17	85
46	Putu Restu Sastra Adi	16	80
47	Putu Ryan Aryadinata	12	60
48	Sora Gabriel	17	85
49	Adinda Dwi Anggraeni Galuh W	13	65
50	Gede Budi Apriawan	17	85
51	Gede Raditya Pramana Suryawan	11	55
52	I Gusti Ngurah Anom Panji K	20	100
53	I Kadek Widiatmika Saputra	19	95
54	I Ketut Lanang Jagaditha	11	55
55	I Komang Gede Sastrawan	19	95
56	I Made Wahyudi Brahmantara	15	75
57	I Putu Agus Patra Mandala	13	65
58	I Putu Randi Anggara Putra	18	90
59	Ida Ayu Kade Gita Savitri	18	90
60	Kadek Ayu Laksmi Dewi	8	40

61	Kadek Gek Icca Kirana P	12	60
62	Kadek Kris Valentino	15	75
63	Kadek Mogi Witarningsih	12	60
64	Kadek Restu Maheswara	9	45
65	Kadek Ressa Putra Trisheila	13	65
66	Kadek Ryana	16	80
67	Kadek Wirangga Dinova	12	60
68	Ketut Aryalika Abdi Dwitari	18	90
69	Keyzha Skyra Aerodea P	18	90
70	Komang Deni Sri Laksmia Wardani	14	70
71	Komang Arya Bima Artha	15	75
72	Komang Riski Puta Tri Guna	13	65
73	Komang Sang Mahendra	14	70
74	Lovely Shira Aurelia	12	60
75	Luh Lidya Adsari	11	55
76	Made Aswarani Putri M	17	85
77	Made Aditiya Arya Wicaksana	10	50
78	Made Erick Daiva Jayadi	14	70
79	Made Jeko Satriana	17	85
80	Maria Etelvina Bosco Aleixo	16	80
81	Muhammad Ilzam	12	60
82	Ni Ketut Indah Aprilia	17	85
83	Ni Ketut Lucia Mirandani	13	65
84	Ni Made Ningrum P	17	85

85	Ni Made Virstya Putri W	11	55
86	Ni Nyoman Fransiska W. S. K	20	100
87	Nyoman Ngurah Wisnu Ardana	19	95
88	Putu Chandra Widya Pramesti	11	55
89	Putu Ferdi Darma Sastrawan	19	95
90	Putu Galih Luwih Diatmika	15	75
91	Putu Indira Adi Utarini W. S	13	65
92	Putu Mahesa Candra Pratama	18	90
93	Putu Nia	18	90
94	Putu Widhi Astika Wiguna	8	40
95	Putu Zoe Sarwayna	12	60
96	Rangga Adi Pranata	15	75



LAMPIRAN V
ANALISIS UJI ASUMSI DAN UJI HIPOTESIS



Lampiran 5.1	<i>Output SPSS Analisis Uji Deskriptif</i>
Lampiran 5.2	<i>Output SPSS Analisis Uji Normalitas</i>
Lampiran 5.3	<i>Output SPSS Analisis Uji Homogenitas</i>
Lampiran 5.4	<i>Output SPSS Analisis Uji Linearitas</i>
Lampiran 5.5	<i>Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur</i>
Lampiran 5.6	Analisis Uji Lanjut LSD

Lampiran 5.1

Output SPSS Analisis Uji Deskriptif

Case Processing Summary							
pretest_eksperimen	PreTest Eksperimen	96	100.0%	0	0.0%	96	100.0%
posttest_eksperimen	PreTest Eksperimen	96	100.0%	0	0.0%	96	100.0%
pretest_kontrol	PreTest Eksperimen	96	100.0%	0	0.0%	96	100.0%
posttest_kontrol	PreTest Eksperimen	96	100.0%	0	0.0%	96	100.0%

Descriptives					
Nilai	PreTest Eksperimen	Mean		47.55	.854
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	45.86	
			Upper Bound	49.25	
		5% Trimmed Mean		47.56	
		Median		45.00	
		Variance		69.997	
		Std. Deviation		8.366	
		Minimum		30	
		Maximum		65	
		Range		35	
		Interquartile Range		5	
		Skewness		.016	.246
		Kurtosis		.007	.488
	PostTest Eksperimen	Mean		87.71	.762
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	86.20	
			Upper Bound	89.22	
		5% Trimmed Mean		88.14	
		Median		90.00	
		Variance		55.746	
		Std. Deviation		7.466	
		Minimum		45	
		Maximum		100	
		Range		55	
		Interquartile Range		5	
		Skewness		-2.019	.246

	PreTest kontrol	Kurtosis		10.276	.488
		Mean		51.20	1.524
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	48.17	
			Upper Bound	54.22	
		5% Trimmed Mean		51.17	
		Median		50.00	
		Variance		223.024	
		Std. Deviation		14.934	
		Minimum		20	
		Maximum		90	
		Range		70	
		Interquartile Range		20	
		Skewness		.058	.246
		Kurtosis		-.583	.488
	PostTest kontrol	Mean		77.45	1.101
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	75.26	
			Upper Bound	79.63	
		5% Trimmed Mean		77.66	
		Median		80.00	
		Variance		116.313	
		Std. Deviation		10.785	
		Minimum		50	
		Maximum		100	
		Range		50	
		Interquartile Range		15	
		Skewness		-.387	.246
		Kurtosis		.038	.488



Lampiran 5.2

Output SPSS Analisis Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PreTest_Eksperimen	.069	96	.200*	.985	96	.359
PostTest_Eksperimen	.064	96	.200*	.976	96	.076
PreTest_Kontrol	.078	96	.176	.989	96	.591
PostTest_Kontrol	.082	96	.118	.981	96	.192
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

Kriteria untuk menguji normalitas adalah dengan melihat nilai signifikansi statistik dari uji Kolmogorov-Smirnov. Jika nilai signifikansi lebih besar dari ambang batas 0,05 (sig. > 0,05), maka data tersebut dianggap berdistribusi normal. Berdasarkan output dari SPSS, signifikansi data hasil belajar awal siswa (pretest) dan hasil belajar (posttest) pada kelompok eksperimen dengan model PBL yang dibantu video pembelajaran, serta kelompok kontrol dengan model pembelajaran *Direct Instruction*, menunjukkan nilai lebih dari 0,05. Oleh karena itu, peneliti dapat menyimpulkan bahwa data dari kelompok dan sampel penelitian berdistribusi normal, sehingga semua data lulus uji asumsi normalitas.

Lampiran 5.3

Output SPSS Analisis Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.703	1	200	.403
	Based on Median	.743	1	200	.390
	Based on Median and with adjusted df	.743	1	199.461	.390
	Based on trimmed mean	.826	1	200	.365
Posttest	Based on Mean	1.817	1	200	.179
	Based on Median	1.297	1	200	.256
	Based on Median and with adjusted df	1.297	1	186.155	.256
	Based on trimmed mean	1.800	1	200	.181

Kriteria untuk menguji homogenitas adalah bahwa nilai signifikansi statistik data harus lebih besar dari ambang batas signifikansi ($\text{sig.} > 0,05$). Berdasarkan output SPSS, nilai signifikansi untuk data *pretest* berdasarkan rata rata (Based on mean) adalah 0,403, sedangkan nilai signifikansi untuk data *posttest* berdasarkan rata-rata (Based on mean) adalah 0,365. Karena nilai signifikansi untuk data *pretest* dan *posttest* berdasarkan rata-rata ini lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa variansi data pretest dan posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah homogen, sehingga memenuhi asumsi homogenitas.

Lampiran 5.4

Output SPSS Analisis Uji Linearitas

Case Processing Summary						
	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest * Pretest	202	50.0%	202	50.0%	404	100.0%

Report			
Posttest			
Pretest	Mean	N	Std. Deviation
5	85.00	2	.000
10	71.67	3	32.146
15	82.50	8	13.363
20	78.00	5	8.367
25	76.00	5	22.192
30	75.53	19	14.327
35	81.80	25	22.026
40	80.00	23	15.521
45	85.43	23	8.245
50	82.76	29	11.306
55	86.88	8	4.581
60	79.64	28	10.622
65	82.22	9	5.069
70	77.22	9	9.391
75	81.00	5	6.519
80	70.00	1	.
Total	80.87	202	13.709

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest * Pretest	Between Groups	(Combined)	2218.610	15	147.907	.774	.706
		Linearity	64.357	1	64.357	.337	.026
		Deviation from Linearity	2154.253	14	153.875	.805	.663
	Within Groups		35554.781	186	191.155		
	Total		37773.391	201			

Measures of Association				
	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Posttest * Pretest	.041	.002	.242	.059

Kriteria untuk menguji linearitas dilakukan dengan memperhatikan nilai signifikansi pada jalur "*deviation from linearity*". Jika nilai ini lebih besar dari 0,05, maka data dianggap memiliki regresi linear. Untuk memeriksa keabsahan arah regresi, nilai signifikansi pada jalur "*linearity*" harus lebih kecil dari 0,05, sehingga koefisien arah regresi dianggap berarti. Berdasarkan output SPSS, diketahui bahwa nilai signifikansi pada jalur "*deviation from linearity*" adalah 0,663, sedangkan nilai signifikansi pada jalur "*linearity*" adalah 0,026. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar awal siswa dengan hasil belajar siswa memiliki hubungan yang berarti, dan uji linearitas telah terpenuhi.



Lampiran 5.5

Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Model	1	Model PBL berbantuan video	96
	2	Model <i>Direct Instruction</i>	96

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Posttest					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5375.486 ^a	2	2687.743	16.509	.000
Intercept	107722.061	1	107722.061	661.669	.000
Pretest	1047.640	1	1047.640	6.435	.012
Model	5311.129	1	5311.129	32.623	.028
Error	32397.905	199	162.804		
Total	1358725.000	202			
Corrected Total	37773.391	201			

a. R Squared = .142 (Adjusted R Squared = .134)

Kriteria pengujian ANCOVA adalah sebagai berikut: jika nilai signifikansi yang diperoleh dari perhitungan (sig) lebih kecil dari taraf signifikansi yang ditentukan ($\alpha = 0,05$), maka nilai F_{hitung} yang diperoleh signifikan, yang berarti hipotesis alternatif (H_a) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak. Kriteria kedua adalah dengan membandingkan nilai F_{hitung} (sebagaimana ditunjukkan pada output SPSS) dengan nilai F_{tabel} pada taraf signifikansi 0,05. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak.

Lampiran 5.6

Analisis Uji Lanjut LSD

1. Output SPSS Analisis Uji Lanjut LSD

Estimates				
Dependent Variable: Posttest				
Model	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Model PBL berbantuan video	86.320 ^a	1.311	83.736	88.905
Model Direct Instruction	75.413 ^a	1.311	72.828	77.997
a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 44.68.				

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: Posttest						
(1) Model	(2) Model	Mean Difference (1-2)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Model PBL berbantuan video	Model Direct Instruction	10.908*	1.910	.000	7.142	14.673
Model Direct Instruction	Model PBL berbantuan video	-10.908*	1.910	.000	-14.673	-7.142
Based on estimated marginal means						
*. The mean difference is significant at the ,05 level.						
b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).						

Univariate Tests					
Dependent Variable: Posttest					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	5311.129	1	5311.129	32.623	.000
Error	32397.905	199	162.804		
The F tests the effect of Model. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.					

2. Menghitung Besar Penolakan LSD

Uji lanjut LSD dilaksanakan dengan menghitung besar penolakan LSD secara manual menggunakan persamaan berikut.

$$LSD = t_{\alpha; N-a} \sqrt{MS_{\epsilon} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$LSD = t_{\frac{0,05}{2}; 192-2} \sqrt{(162,804) \left(\frac{1}{96} + \frac{1}{96} \right)}$$

$$LSD = t_{0,05; 190} \frac{\sqrt{(162,804) \left(\frac{1}{96} + \frac{1}{96} \right)}}{2}$$

$$LSD = 1,972 \sqrt{(162,804)(0,0208)}$$

$$LSD = 1,972 \sqrt{3,391}$$

$$LSD = (1,972)(1,841)$$

$$LSD = 3,632$$

Keterangan :

- t_{α} : Taraf signifikansi (0,05)
- N : Jumlah sampel total (192)
- α : Jumlah kelompok
- MS_{ϵ} : *Mean Square Error* (162,804)
- n_1 : Jumlah sampel kelompok pertama (96)
- n_2 : Jumlah sampel kelompok kedua (96)

Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa *Mean difference* $(I - J) = \Delta\mu = \mu_{(I)} - \mu_{(J)} = 10,908$ lebih besar dari nilai LSD yang besarnya 3,632. Secara empiris dapat dibuktikan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar siswa yang menggunakan model PBL berbantuan video pembelajaran yang memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan siswa yang menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*. Hal ini menunjukkan bahwa model PBL berbantuan video pembelajaran memiliki pengaruh yang relatif lebih baik terhadap hasil belajar siswa dibandingkan dengan model pembelajaran *Direct Instruction*.

LAMPIRAN VI
DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Lampiran 6.1

Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Lampiran 6.1









UNDIKSHA

LAMPIRAN VII
ADMINISTRASI PENELITIAN

Lampiran 7.1

Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Instrumen

Lampiran 7.2

Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian



Lampiran 7.1



SURAT KETERANGAN UJI INSTRUMEN

Nomor : B.10.400.3.8.1/4398/SMAN 2 SGR/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 2 Singaraja menerangkan bahwa:

Nama : Rizki Maulana Akbar
 NIM : 2013021014
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 UNIVERSITAS : Pendidikan GANESHA Singaraja

Memang benar mahasiswa yang telah disebutkan di atas telah melaksanakan uji Instrumen di SMA Negeri 2 Singaraja, dengan Judul Skripsi “Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Fisika SMA ” yang dilaksanakan pada tanggal 24 April 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Singaraja

Pada tanggal, 25 April 2025



Balai
Sertifikasi
Elektronik

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE



Lampiran 7.2



පිම්බුරා පාලිකා
PEMERINTAH PROVINSI BALI
 බලි පළාතේ පාලිකා
SMA NEGERI 4 SINGARAJA

අපතිරේක මධ්‍යම - තානාපති පාලිකා (විද්‍යා) විද්‍යාපීඨය
 Jalan Melati Singaraja-Bali (81113), Telepon. (0362) 22845
 Laman : <http://sman4singaraja.sch.id> email : sma4singaraja@gmail.com



SURAT KETERANGAN
B.10.400.7.22.1/1080/SMAN 4 SINGARAJA/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : PUTU GEDE WARTAWAN, S.Pd.,M.Pd
 NIP : 19700224 199503 1 003
 Jabatan : Kepala Sekolah SMA Negeri 4 Singaraja

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : Rizki Maulana Akbar
 NIM : 2013021014
 Tempat/Tanggal Lahir : Singaraja, 24 Mei 2002
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar telah melaksanakan kegiatan penelitian dan pengambilan data di SMA Negeri 4 Singaraja, pada tanggal 05 Mei s/d 27 Mei 2025.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bali, 28 Mei 2025



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Rizki Maulana Akbar lahir di Singaraja pada tahun 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan suami istri Drs. Mishadi dan Ayun Suprihatin. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Saat ini penulis tinggal di Desa Baktisraga, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Bali.

Penulis memulai pendidikan dasar di MIT Mardlatillah Singaraja, dan lulus pada tahun 2014. Penulis menempuh sekolah menengah pertama di SMP Firdasu Jembrana dan lulus pada tahun 2017. Tahun 2020 penulis lulus sekolah menengah atas dari MAN 1 Jembrana dan kemudian melanjutkan pendidikan Strata 1 Pendidikan Fisika di Universitas Pendidikan Ganesha. Pada semester akhir tahun 2025 penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Di SMA”. Selanjutnya, dari tahun 2025 hingga penulisan skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Pendidikan Ganesha.