



BUKU SISWA UNTUK SMA KELAS X

SEMESTER 2



SUHU DAN KALOR



ALKUIBUS N S MASYGUR

OLEH :

Di bawah bimbingan :

PROF. Drs. SOEGIMIN WAHYU WINATA

J.V.DJOKO WIRJAWAN, Ph.D

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA



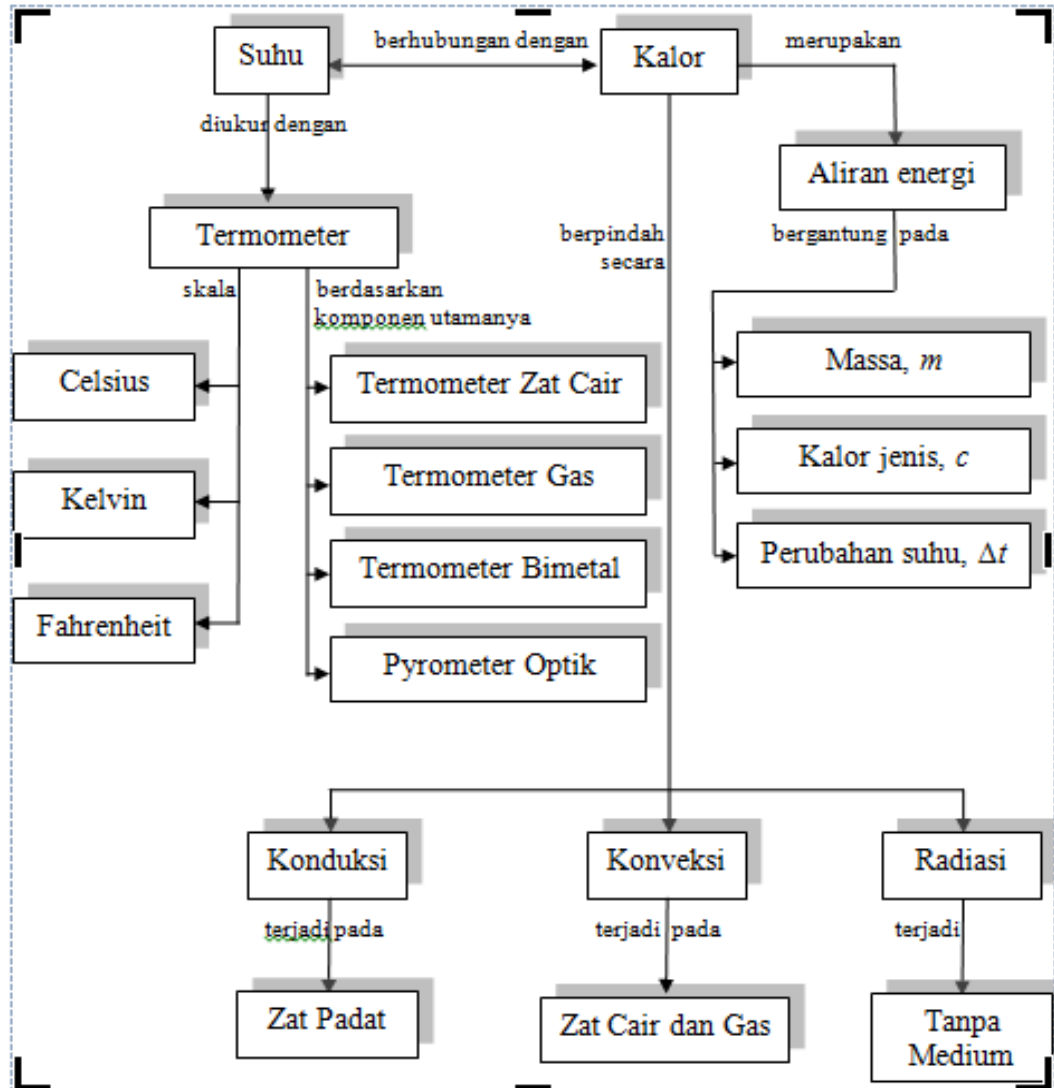
SUHU DAN KALOR

Pada suhu berapa air membeku? Pada suhu berapa air mendidih? Mengapa suatu zat mengalami pemuaian? Mengapa percampuran air panas dan air ledeng menyebabkan perubahan suhu pada air panas dan air ledeng?

Setelah mempelajari buku ini, siswa dapat menjawab pertanyaan di atas. Pada buku ini, kamu akan mempelajari suhu, cara pengukurannya, akibat perubahan suhu, kalor dan perubahan zat, serta perpindahan kalor.

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
Menerapkan konsep dan prinsip kalor, konversi energi, dan sumber energi berbagai perubahannya dalam mesin kalor.	a. Melakukan percobaan yang berkaitan dengan kalor seperti pengukuran kalor jenis, atau pengukuran suhu, pemuaian, dan perubahan wujud. b. Mendeskripsikan cara perpindahan kalor.

PETA KONSEP



A. SUHU DAN PEMUAIAN

1. TERMOMETER

Jika kita membahas tentang suhu suatu benda, tentu terkait erat dengan panas atau dinginnya benda tersebut. Dengan alat perasa, kita dapat membedakan benda yang panas, hangat atau dingin.

Benda yang panas kita katakan suhunya lebih tinggi dari benda yang hangat atau benda yang dingin. Benda yang hangat suhunya lebih tinggi dari benda yang dingin. Dengan alat perasa kita hanya dapat membedakan suhu suatu benda secara *kualitatif*. Akan tetapi di dalam fisika kita perlu menyatakan panas, hangat, dingin dan sebagainya secara *kuantitatif* (dengan angka-angka).

Secara sederhana suhu didefinisikan sebagai derajat panas dinginnya suatu benda. Ada beberapa sifat benda yang berubah apabila benda itu dipanaskan, antara lain adalah volume zat cair, panjang logam, tekanan gas pada volume tetap dan warna pijar kawat. Sifat-sifat benda yang berubah karena dipanaskan disebut *sifat termometrik*.

Suhu termasuk besaran pokok dalam fisika yang dalam S.I. bersatuan Kelvin.

Untuk menyatakan suhu suatu benda secara kuantitatif diperlukan alat ukur yang disebut *termometer*.

a. Jenis-jenis termometer.

Termometer yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah termometer yang terbuat dari kaca dan diisi dengan zat cair.

1. Termometer zat cair.

Termometer raksa, termometer alkohol, termometer klinis, termometer dinding, dan termometer maksimum-minimum six.

2. Termometer zat padat.

Termometer bimetal, termometer hambatan, pyrometer optic.

3. Termometer gas.



INGIN TAHU??

1. Bisakah kalian menjelaskan fungsi dari tiap termometer di atas?
2. Mengapa air tidak digunakan sebagai bahan pengisi termometer?

Indikator Pembelajaran

- Mengkalibrasikan termometer dengan skala sembarang.
- Memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, zat cair, dan gas.
- Membedakan besar pemuaian (panjang, luas dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.

DEFINISI DAN SATUAN SUHU

Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dinginnya suatu benda. Satuan Suhu dalam SI adalah Kelvin

b. Kalibrasi Termometer.

Kegiatan 1. Memberi Skala Pada Termometer

Alat dan Bahan

- Termometer Celcius dan termometer X(tidak berskala).
- Air panas
- Kertas millimeter.
- Air keran
- Spidol.

Prosedur Percobaan

Prosedur Percobaan

1. Siapkan semua alat yang digunakan dalam percobaan.
2. Masukkan termometer Celcius dan termometer air raksa yang belum berskala (X) ke dalam wadah pertama berupa air panas yang sudah disediakan terlebih dahulu.
3. Diamkan beberapa saat sehingga permukaan air raksa pada kedua termometer tidak naik lagi, catat suhu yang ditunjukkan pada termometer Celcius(t_a) dan tandai suhu yang ditunjukkan oleh termometer X dengan spidol pada kertas millimeter yang tertempel pada termometer X (t_a').
4. Keluarkan termometer dan bersihkan termometer, masukkan ke dalam wadah kedua berupa air keran yang sudah disediakan.
5. Diamkan beberapa saat sehingga permukaan air raksa pada kedua termometer tidak turun lagi, catat suhu yang ditunjukkan pada termometer Celcius(t_b) dan tandai suhu yang ditunjukkan oleh termometer X dengan spidol pada kertas millimeter yang tertempel pada termometer X (t_b').
6. Hitunglah jarak antara t_a' dan t_b' yang ditunjukkan oleh termometer X dengan melihat pada skala termometer X (*misalnya 17 mm*). Pada skala ini dimana $1 \text{ mm} = 2^{\circ}\text{X}$, jika 17 mm berarti 34°X .
7. Tetapkan besar suhu atas (t_a') dan suhu bawah(t_b'), dengan selisih skala suhu atas dan bawah sesuai dengan pada langkah **enam(6)**.
8. Campurkan air panas dan air keran kemudian masukkan termometer ke dalam wadah tersebut dan diamkan beberapa saat, catat skala yang ditunjukkan pada termometer X dan konversikan ke dalam suhu(*misalnya 12 mm berarti sama dengan 24°X*).
9. Hitunglah besar suhu tersebut dengan rumus yang sudah anda peroleh.
10. Bandingkan suhu pada langkah 8 dan 9.
11. Ulangi percobaan sebanyak 2 kali.

Keterangan:

- t_a = titik tetap atas termometer Celcius
 t_a' = titik tetap atas termometer X
 t_b = titik tetap bawah termometer Celcius
 t_b' = titik tetap atas termometer Celcius

fenomena

Rian hendak mengukur suhu suatu benda menggunakan termometer, tetapi ia tidak dapat menggunakan termometer tersebut karena termometer ingin gunakan belum berskala. Dapatkah kalian membantu Rian untuk memberi skala pada termometer tersebut?

Tidakkah kamu penasaran bagaimana ilmuwan kita memberi skala pada termometer mereka?

Lakukan kegiatan disamping.



Mengapa saat mengukur suhu, tangan tidak bersentuhan langsung dengan

INGIN TAHU?? termometer??

Perlu diketahui



Proses pemberian skala pada termometer dinamakan kalibrasi. Bagaimana caranya? Kalian dapat mengkalibrasi termometer dengan langkah-langkah berikut.

- a. Menentukan titik tetap bawah (titik lebur).
Masukkan ujung bawah termometer secara tegak lurus ke dalam bejana yang berisi air murni. Tunggu beberapa saat sehingga permukaan air raksa atau alkohol pada pipa kapiler sudah tidak berubah lagi. Tuliskan skala yang ditunjukkan pada termometer Celcius (termometer pembanding) dan berilah tanda pada termometer yang belum berskala dengan spidol sebagai titik tetap bawah.
- b. Menentukan titik tetap atas (titik didih).
Masukkan ujung bawah termometer secara tegak lurus ke dalam bejana yang berisi air panas. Tunggu beberapa saat sehingga permukaan air raksa atau alkohol pada pipa kapiler sudah tidak berubah lagi. Tuliskan skala yang ditunjukkan pada termometer Celcius (termometer pembanding) dan berilah tanda pada termometer yang belum berskala dengan spidol sebagai titik tetap atas.
- c. Setelah diberikan titik tetap atas dan titik tetap bawah, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak antara titik tetap atas dan titik tetap bawah dengan memperhatikan pada kertas millimeter yang telah ditempel pada termometer tidak berskala.
- d. Selanjutnya menetapkan konversi skala millimeter ke dalam skala suhu (misalnya $1 \text{ mm} = 2^{\circ}\text{C}$). Kemudian tetapkan titik tetap atas dan titik tetap bawah, dimana selisih suhu antara titik tetap atas dan titik bawah merupakan hasil konversi skala millimeter ke dalam skala suhu sebelumnya.

c. Skala Termometer.

Di bawah ini adalah beberapa jenis termometer yang menggunakan konsep perubahan-perubahan karena sifat pemanasan.

Termometer Skala Celcius

- Diciptakan oleh Andres Celcius berkebangsaan Swedia pada tahun 1701-1744
- Titik tetap atas menggunakan air yang sedang mendidih (100°C)
- Titik tetap bawah menggunakan air raksa yang sedang membeku atau es yang sedang mencair yaitu 0°C .

Termometer Skala Reamur

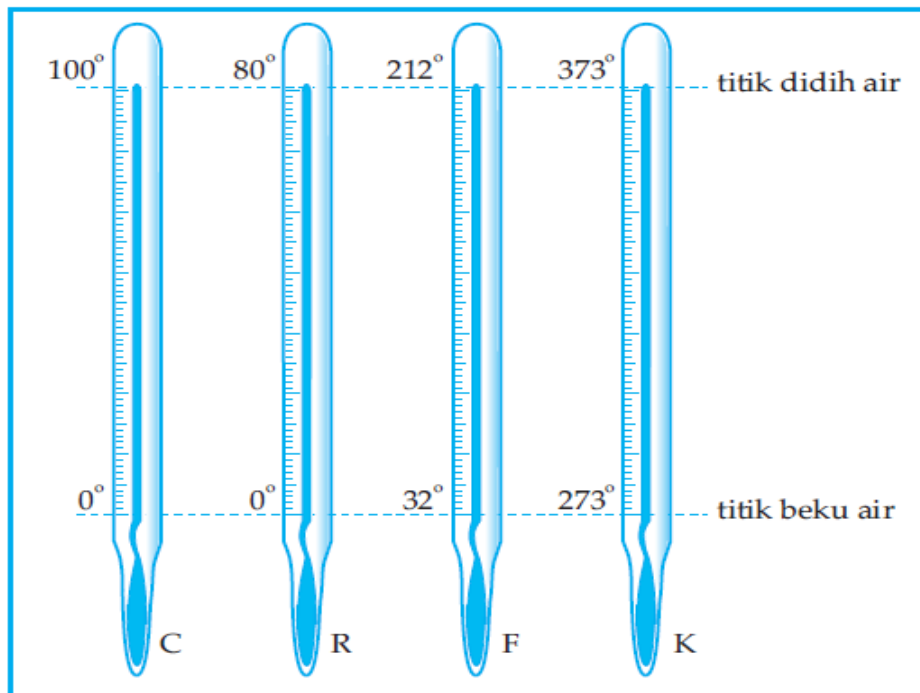
- Diciptakan oleh Reamur berkebangsaan Prancis pada tahun 1731
- Titik tetap atas menggunakan air yang sedang mendidih (80°R)
- Titik tetap bawah menggunakan air yang sedang membeku atau es yang sedang mencair yaitu 0°R .

Termometer Skala Fahrenheit

- Diciptakan oleh Daniel Fahrenheit berkebangsaan Jerman pada tahun 1686-1736
- Titik tetap atas menggunakan air yang sedang mendidih (212°F)
- Titik tetap bawah menggunakan air yang sedang membeku atau es yang sedang mencair yaitu 32°F .

Termometer Skala Kelvin

- Diciptakan oleh Daniel Kelvin berkebangsaan Inggris pada tahun 1848-1954
- Titik tetap atas menggunakan air yang sedang mendidih (373 K)
- Titik tetap bawah menggunakan air yang sedang membeku atau es yang sedang mencair yaitu 273 K .



Gambar 1. Beberapa macam termometer.

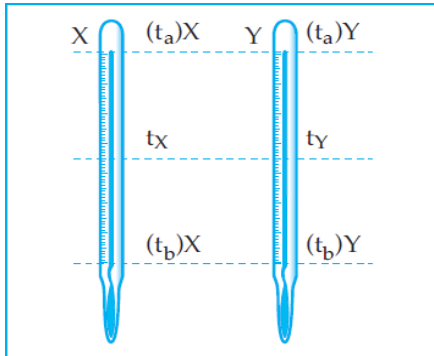
Table 1. Hubungan antara termometer Celcius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin.

	Celcius	Reamur	Fahrenheit	Kelvin
Titik didih air	100°C	80°R	212°F	373
Titik beku air	0°C	0°R	32°F	273
Rentang jarak	100	80	180	100
Pembandingan	5	4	9	5

Perbandingan skala keempat termometer tersebut adalah :

$$C : R : (F - 32) : (K - 273) = 5 : 4 : 9 : 5$$

Secara umum hubungan antara termometer yang satu dengan yang lainnya adalah sebagai berikut:



$$\frac{(t_a)X - t_x}{(t_a)X - (t_b)X} = \frac{(t_a)Y - t_y}{(t_a)Y - (t_b)Y}$$

Gambar 2. Perbandingan skala termometer secara umum

CONTOH SOAL

1. Suhu sebuah benda 80°C nyatakan suhu benda tersebut dalam derajat Reamur dan derajat Fahrenheit.

Penyelesaian:

Diketahui: $t = 80^{\circ}\text{C}$

Ditanya: a) $^{\circ}\text{R} = \dots?$

b) $^{\circ}\text{F} = \dots?$

Jawab :

a) $C : R = 5 : 4$

$$80 : R = 5 : 4$$

$$5 R = 320$$

$$R = 64^{\circ}\text{R}$$

$$\text{Jadi } 80^{\circ}\text{C} = 64^{\circ}\text{R}$$

b) $C : (F - 32) = 5 : 9$

$$80 : (F - 32) = 5 : 9$$

$$5(F - 32) = 720$$

$$5F - 160 = 720$$

$$5F = 880$$

$$F = 176$$

$$\text{Jadi } 80^{\circ}\text{C} = 176^{\circ}\text{F}$$

2. Sebuah termometer X setelah ditera dengan termometer Celcius di dapat $40^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{X}$ dan $20^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{X}$. Jika suhu sebuah benda 80°C , maka berapa $^{\circ}\text{X}$ suhu benda tersebut?

Diketahui : $40^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{X}$

$20^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{X}$

Ditanya : $80^{\circ}\text{C} = \dots\dots \text{X}$

Jawab :

$$\frac{80 - 40}{80 - 20} = \frac{tx - 80}{tx - 50}$$

$$\frac{40}{60} = \frac{tx - 80}{tx - 50}$$

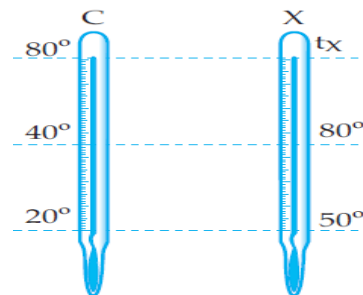
$$4(tx - 50) = 6(tx - 80)$$

$$4tx - 200 = 6tx - 480$$

$$2tx = 280$$

$$tx = 140$$

$$\text{Jadi } 80^{\circ}\text{C} = 140^{\circ}\text{X}$$



Gambar 3

2. PEMUAIAN

Dapatkah anda membayangkan apa yang terjadi pada sebuah benda apabila suhunya berubah? Salah satu yang terjadi adalah perubahan ukuran benda tersebut. Jika suhu benda naik, secara umum ukuran benda bertambah. Peristiwa ini disebut pemuaian.

Anda telah mengetahui bahwa setiap zat (padat, cair dan gas) disusun oleh partikel-partikel yang bergetar. Jika sebuah benda dipanaskan maka partikel-partikel di dalamnya bergetar lebih kuat hingga saling menjauh. Kita katakan *memuai*. Jika benda didinginkan, getaran-getaran partikel lebih lemah, dan partikel-partikel saling mendekat, akibatnya benda *menyusut*.

DEFINISI PEMUAIAN

Pemuaian adalah pertambahan ukuran zat akibat pemanasan.

Pemuaian terjadi pada zat padat, cair dan gas

PEMUAIAN ZAT PADAT

Karena bentuk zat padat tetap, maka pada pemuaian zat padat dibedakan menjadi tiga yaitu : pemuaian panjang, pemuaian luas dan pemuaian volume.

1. Pemuaian panjang.

Jika sebuah benda padat dipanaskan, benda tersebut memuai ke segala arah. Artinya ukuran panjang, luas, dan volumenya bertambah. Untuk benda padat yang panjang tetapi luas penampangnya kecil, misalnya jarum jahit, kita hanya memperhatikan pemuaian panjangnya saja.

Untuk pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang atau koefisien muai linear yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk 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 , maka koefisien muai panjang dapat dinyatakan dengan persamaan :

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

Satuan dari α adalah C^{-1} atau K^{-1}

Dari persamaan di atas diperoleh persamaan :

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

di mana $\Delta L = L_t - L_0$

sehingga $L_t - L_0 = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$ atau $L_t = L_0 + \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$

atau

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

KOEFISIEN MUAI PANJANG

Koefisien muai panjang (α) adalah bilangan yang menyatakan seberapa besar pertambahan panjang suatu zat padat setiap satuan panjang jika suhunya naik $1^\circ C$

dengan :

L_t : panjang akhir benda/pada saat suhu T (m).

ΔT : perubahan suhu benda ($T-T_0$) ($^{\circ}\text{C}$ atau K).

Tabel 2. Koefisien Muai Panjang berbagai zat padat pada suhu kamar.

No	Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang/ $^{\circ}\text{C}$
1.	Aluminium	0,000026
2.	Baja	0,000011
3.	Besi	0,000012
4.	Emas	0,000014
5.	Kaca	0,000009
6.	Kuningan	0,000018
7.	Tembaga	0,000017
8.	Platina	0,000009
9.	Timah	0,00003
10.	Seng	0,000029
11.	Pyrex	0,000003
12.	Perak	0,00002

Sumber: Fisika, Kane & Sternheim, 1991

2. Pemuian Luas

Jika zat padat memiliki dua dimensi seperti persegi panjang yang mempunyai panjang dan lebar, akan mengalami pemuaian ke arah memanjang dan arah melebar. Dengan kata lain mengalami pemuaian luas.

Analog dengan pemuaian panjang, maka jika luas mula-mula A_0 , pertambahan luas ΔA dan perubahan suhu ΔT , maka koefisien muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan.

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T}$$

atau

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

$$\Delta A = A_t - A_0 \text{ sehingga } A_t - A_0 = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

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

A_t = luas akhir benda/pada suhu T .

Dengan $\beta = 2\alpha$.

KOEFISIEN MUI LUAS

Koefisien muai luas (β) adalah bilangan yang menyatakan seberapa besar pertambahan luas suatu bahan setiap satuan panjang jika suhunya naik 1°C

3. Pemuian Volume

Jika benda berbentuk balok dipanaskan, maka akan terjadi pemuaian dalam arah memanjang, melebar, dan meninggi. Artinya benda padat berbentuk balok mengalami pemuaian volume. Koefisien pemuaian pada pemuaian volume disebut dengan koefisien muai volume atau koefisien muai ruang yang diberi lambang γ .

Jika volume mula-mula V_0 , pertambahan volume ΔV dan perubahan suhu ΔT , maka koefisien muai volume dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} \quad \text{atau} \quad \Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = V_t - V_0 \quad \text{sehingga} \quad V_t - V_0 = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

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

V_t = volum akhir benda/pada suhu T.

Dengan $\gamma = 3\alpha$

KOEFISIEN MUAI VOLUME

Koefisien muai volum(γ) adalah bilangan yang menyatakan seberapa besar pertambahan volum suatu bahan setiap satuan panjang jika suhunya naik 1°C



INGIN TAHU??

CONTOH SOAL

- Mengapa $\beta = 2\alpha$?
- Mengapa $\gamma = 3\alpha$?

1. Karena suhunya ditingkatkan dari 0°C menjadi 100°C , sebatang baja yang panjangnya 1 meter bertambah panjang 1 mm. berapakah pertambahan panjang sebatang baja yang panjangnya 60 cm jika dari 10°C sampai 130°C ?

Diketahui: $L_01 = 1 \text{ m}$
 $L_02 = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$
 $\Delta L1 = 1 \text{ mm}$
 $\Delta T1 = 100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 100 \text{ C}^0$
 $\Delta T2 = 130^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 120 \text{ C}^0$
 Ditanya $\Delta L2 = \dots\dots\dots?$

Jawab :

$$\Delta L1 = \alpha \cdot L_01 \cdot \Delta T1$$

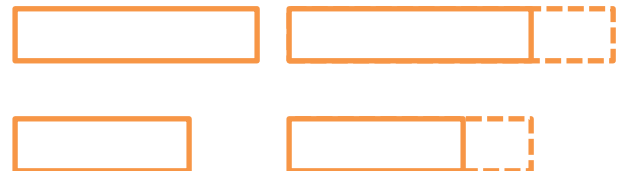
$$\alpha = \frac{\Delta L1}{L_01 \cdot \Delta T1}$$

$$\alpha = \frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ m} \cdot 100 \text{ C}^0}$$

maka :

$$\begin{aligned} \Delta L2 &= \alpha \cdot L_02 \cdot \Delta T2 \\ &= \frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ m} \cdot 100 \text{ C}^0} (0.6 \text{ m}) \cdot (120 \text{ C}^0) \\ &= 0.72 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Jadi pertambahan panjang baja jika dipanaskan dari suhu 10°C menjadi 130°C adalah 0.72 mm.



Gambar 4

INFO FISIKA

Pertambahan suhu atau perubahan suhu ΔT dinyatakan dalam C^0 bukan $^\circ\text{C}$ karena $1\text{C}^0 = 1 \text{ K}$ tetapi $1^\circ\text{C} \neq 1 \text{ K}$.

2. Sebuah bola berongga terbuat dari perunggu ($\alpha = 18 \times 10^{-6}/C^0$) pada suhu 0^0C , jari-jarinya 1 m. Jika bola tersebut dipanaskan sampai 50^0C , berapa pertambahan luas permukaan bola tersebut ?

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } r_o &= 1 \text{ m} \\ \Delta T &= 50^0C - 0^0C = 50C^0 \\ A_o &= 4\pi r_o^2 = 4\pi(1\text{m})^2 = 4\pi\text{m}^2 \end{aligned}$$

Ditanya : $\Delta A = \dots\dots?$

Jawab :

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

$$\Delta A = 2.18 \times 10^{-6}/C^0 \cdot 4\pi\text{m}^2 \cdot 50C^0$$

$$\Delta A = 7.2\pi \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Jadi pertambahan luas permukaan bola adalah $7.2\pi \times 10^{-3} \text{ m}^2$



Gambar 5

PEMUAIAN ZAT CAIR

Pemuaiian Volume Zat Cair.

Sifat zat cair adalah selalu mengikuti wadahnya. Jika air dituangkan ke dalam botol, bentuk air mengikuti bentuk botol. Oleh karena itu zat cair hanya memiliki muai volume. Persamaan untuk pemuaiian volume zat cair sama dengan pemuaiian volume zat padat.

INFO FISIKA

Pernahkan kalian memanaskan air? Pernahkan anda mengalami air yang tumpah dari wadahnya ketika dipanaskan pada suhu tertentu?.

Hal tersebut terjadi karena pemuaiian volume zat cair *lebih besar* daripada pemuaiian volume zat padat untuk kenaikan suhu yang sama.

Tabel 3. Koefisien muai volum zat cair untuk beberapa jenis zat dalam satuan K^{-1}

No.	Jenis zat cair	Koefisien muai ruang
1.	Alkohol	0,0012
2.	Air	0,0004
3.	Gliserin	0,0005
4.	Minyak parafin	0,0009
5.	Raksa	0,0002



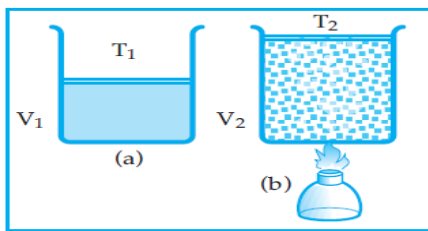
INGIN TAHU??

Diskusikan dengan temanmu, apa itu anomali air?

PEMUAIAN GAS

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

a. Pemuai volume pada tekanan tetap(isobarik).



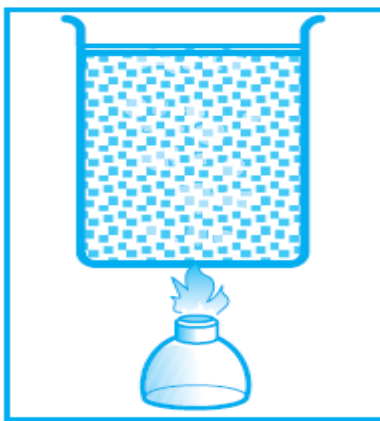
Gambar 6. Proses Isobarik

Gambar 6a. gas di dalam ruang tertutup dengan tutup yang bebas bergerak.

Gambar 6b. gas di dalam ruang tertutup tersebut dipanasi dan ternyata volume gas memuai sebanding dengan suhu mutlak. Secara matematik dinyatakan : $V \sim T$.

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

b. Pemuai tekanan pada volume tetap(isokhorik).



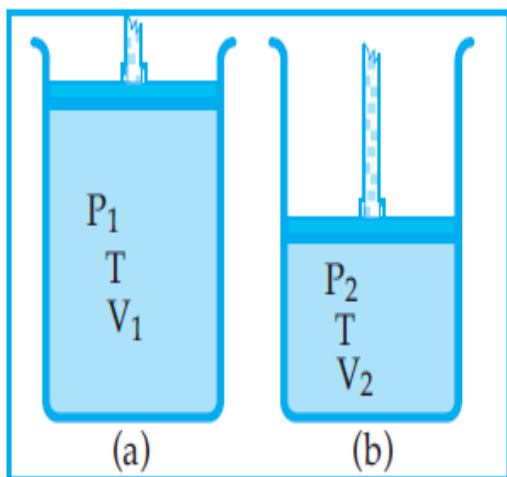
Gambar 7. Proses Isokhorik

Gambar 7. gas di dalam ruang tertutup rapat sedang dipanasi. Jika pemanasan terus dilakukan maka dapat terjadi ledakan. Hal tersebut dapat terjadi karena selama proses pemanasan, tekanan gas dalam ruang tutup tersebut terus memuai. Pemuai tekanan gas tersebut sebanding dengan kenaikan suhu gas.

Jadi, pada volum tetap tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas. Secara matematik dinyatakan : $P \sim T$.

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

c. Pemuai volume gas pada suhu tetap(isotermis).



Gambar 8. Proses Isotermis.

Gambar 8a: Gas di dalam ruang tertutup dengan tutup yang dapat digerakkan dengan bebas.

Gambar 8b: Pada saat tutup tabung digerakkan secara perlahan-lahan, agar suhu gas di dalam tabung tetap maka pada saat volum gas diperkecil ternyata tekanan gas dalam tabung bertambah besar dan bila volum gas diperbesar ternyata tekanan gas dalam tabung mengecil. Jadi, pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volum gas. Pernyataan itu disebut hukum Boyle. Salah satu penerapan hukum

Boyle yaitu pada pompa sepeda. Dari hukum Boyle tersebut diperoleh:

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

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

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



Berikan contoh peristiwa sehari-hari!!

INGIN TAHU??

CONTOH SOAL

1. Sebuah bejana tembaga dengan volum 100 cm^3 diisi penuh dengan air pada suhu 30°C . Kemudian keduanya dipanasi hingga suhunya 100°C . Jika α tembaga adalah $1,8 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ dan γ air = $4,4 \cdot 10^{-4}/^\circ\text{C}$, berapa volum air yang tumpah saat itu?

Diketahui: V_0 tembaga = V_0 air = 100 cm^3

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

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

$$(\gamma \text{ tembaga} = 5,4 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C})$$

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

Ditanya: V air yang tumpah = ...?

Jawab:

Untuk tembaga

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

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

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

Untuk air

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

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

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

Jadi V air yang tumpah = V_t air – V_t tembaga

$$= 103,08 - 100,378$$

$$= 2,702 \text{ cm}^3$$

2. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 cmHg. Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi 1/4 volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?

Penyelesaian:

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

$$V_2 = 1/4 V_1$$

Ditanya: $P_2 = \dots?$

Jawab:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$1 \cdot V_1 = P_2 \cdot 1/4 V_1$$

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

B. KALOR

1. KALOR

Sendok yang digunakan untuk menyeduh kopi panas, akan terasa hangat. Leher anda jika disentuh akan terasa hangat. Apa sebenarnya yang berpindah dari kopi panas ke sendok dan dari leher ke syaraf kulit?

Sesuatu yang berpindah tersebut merupakan energi/kalor. Pada dasarnya kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel-partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel tetangga yang bersuhu rendah. Hal ini berlangsung terus menerus membentuk energi kinetik rata-rata sama antara benda panas dengan benda yang semula dingin. Pada kondisi seperti ini terjadi kesetimbangan termal dan suhu kedua benda akan sama.

Satuan kalor dalam S.I. adalah Joule dan dalam CGS adalah erg. $1 \text{ Joule} = 10^7 \text{ erg}$. Dahulu sebelum orang mengetahui bahwa kalor merupakan suatu bentuk energi, maka orang sudah mempunyai satuan untuk kalor adalah *kalori*.
 $1 \text{ kalori} = 4,18 \text{ joule}$ atau $1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ kal}$.

a. Pengaruh Kalor Terhadap Suhu.



Gambar 9. Pengaruh kalor terhadap suhu benda.

Dari gambar 9. terlihat bahwa jika satu gelas air panas dicampur dengan satu gelas air dingin, setelah terjadi keseimbangan termal menjadi air hangat. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat air panas dicampur dengan air dingin maka air panas melepaskan kalor sehingga suhunya turun dan air dingin menyerap kalor sehingga suhunya naik. Dengan demikian jika terdapat suatu benda yang menerima kalor suhunya akan naik.

Indikator Pembelajaran

- Menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud benda.
- Menerapkan Azas Black secara kuantitatif.

DEFINISI KALOR

Kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.



Dapatkan anda menjelaskan perbedaan suhu dan kalor?

INGIN TAHU??

fenomena

Pernahkan kalian memanaskan air?

Sebaian besar pasti pernah melakukannya. Semakin lama air dipanaskan maka suhu air semakin meningkat. Artinya banyaknya kalor (ΔQ) diterima sebanding dengan perubahan suhu (ΔT) air.

Demikian juga ketika memanaskan air dengan massa yang berbeda. Untuk mencapai perubahan suhu (ΔT) yang sama, semakin sedikit massa air yang dipanaskan semakin cepat perubahan suhu tercapai. Ini berarti kalor yang diserap (ΔQ) semakin sedikit dibandingkan ketika memanaskan air yang massanya lebih banyak. Hal ini juga menunjukkan bahwa massa air berpengaruh terhadap kalor Q yang dibutuhkan. (*air yang bervolume lebih banyak, mempunyai massa yang lebih besar*). **Perubahan kalor (ΔQ) diukur dari lamanya waktu untuk mencapai perubahan suhu tertentu (ΔT)**

Bagaimana jika kalian memanaskan air dan minyak goreng dengan selang waktu pemanasan yang sama, apakah kalor yang dibutuhkan sama? Penasaran kan? Dengan percobaan ini kalian akan mengetahui selain m dan Δt , terdapat faktor yang lain terhadap kalor Q yang diserap.

Kegiatan 2. Hubungan Kalor dan Kalor Jenis

Alat dan Bahan

- Termometer Celcius.
- Zat cair (air atau minyak goreng)
- Gelas pengukur suhu.
- Pemanas air.
- Stopwatch.
- Neraca

Prosedur Percobaan

- a. Siapkan alat yang digunakan dalam praktikum dan rangkai terlebih dahulu, (minta petunjuk guru)
- b. Tuangkan zat cair ke dalam wadah pemanas dengan massa tertentu (100 gram), untuk minyak goreng timbang terlebih dahulu dengan neraca sebanyak 100 gram.
- c. Masukkan termometer ke dalam wadah berisi air atau ke dalam wadah berisi minyak goreng, diamkan beberapa saat dan catat suhu sebagai suhu awal (T_0).
- d. Nyalakan Bunsen dengan korek api, letakkan wadah berisi air atau minyak goreng di atas rangkaian Bunsen, panaskan zat cair tersebut selama 3 menit dan catat suhu yang ditunjukkan pada skala termometer, selanjutnya catat suhu pada 4 menit dan 5 menit berikutnya.
- e. Hitunglah perubahan suhu dengan menghitung selisih suhu awal dan suhu akhir.
- f. Catat kalor yang diterima (ΔQ) dengan mengalikan lamanya waktu pemanasan dengan label Q yang ada pada Bunsen (misalnya 3 menit \times 100 J = 300 J).

b. Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor.

Kalor dapat diberikan kepada benda atau diambil darinya. Kalor dapat diberikan pada suatu benda dengan cara pemanasan dan sebagai salah satu dampak adalah kenaikan suhunya. Kalor dapat diambil dari suatu benda dengan cara pendinginan dan sebagai salah satu dampak adalah penurunan suhu. Jadi, salah satu dampak dari pemberian atau pengurangan kalor adalah perubahan suhu yang diberi lambang Δt .

Hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa, dari pemanasan air dan minyak goreng dengan massa air dan minyak goreng yang sama, dengan selang waktu pemanasan yang sama ternyata banyaknya kalor yang diserap oleh air dan minyak kelapa tidak sama. Jadi selain faktor massa m dan perubahan suhu ΔT , kalor juga bergantung pada kalor jenis.

Untuk membedakan zat-zat dalam hubungannya dengan pengaruh kalor pada zat-zat itu digunakan konsep kalor jenis yang diberi lambang "c". Kalor jenis suatu zat didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan atau dilepaskan untuk menaikkan atau menurunkan suhu satu satuan massa zat itu sebesar satu satuan suhu. Jika suatu zat yang massanya m memerlukan atau melepaskan kalor sebesar Q untuk mengubah suhunya sebesar ΔT , maka kalor jenis zat itu dapat dinyatakan dengan persamaan:

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

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

Satuan dalam S.I.:

c dalam $J/Kg \cdot K$

Q dalam joule

m dalam Kg

ΔT dalam Kelvin

DEFINISI KALOR JENIS DAN KAPASITAS KALOR

Kalor jenis adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar $1^{\circ}C$.

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebesar $1^{\circ}C$.



INGIN TAHU??

Dapatkan anda menjelaskan perbedaan suhu dan kalor?

Tabel 4. Kalor Jenis Beberapa Zat

No	Nama Zat	Kalor Jenis	
		J/kg°C	Kkal/kg°C
1.	Alkohol	2.400	550
2.	Es	2.100	500
3.	Air	4.200	1.000
4.	Uap air	2.010	480
5.	Alumunium	900	210
6.	Besi/Baja	450	110
7.	Emas	130	30
8.	Gliserin	2.400	580
9.	Kaca	670	160
10.	Kayu	1.700	400
11.	Kuningan	380	90
12.	Marmer	860	210
13.	Minyak tanah	2.200	580
14.	Perak	230	60
15.	Raksa	140	30
16.	Seng	390	90
17.	Tembaga	390	90
18.	Timbal	130	30
19.	Badan manusia	3.470	830

Sumber: *Fisika, Kane & Sterheim, 1991.*

Dari persamaan $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, untuk benda-benda tertentu nilai dari $m \cdot c$ adalah konstan. Nilai dari $m \cdot c$ disebut juga dengan kapasitas kalor yang diberi lambang "C" (huruf kapital). Kapasitas kalor didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan atau dilepaskan untuk mengubah suhu benda sebesar satu satuan suhu.

Persamaan kapasitas kalor dapat dinyatakan dengan:

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

Satuan dari C adalah J/K

Dari persamaan: $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ dan $\Delta Q = C \cdot \Delta T$ diperoleh:

$$C = m \cdot c$$

CONTOH SOAL

- Berapa besar kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya 10 kg dari 20° C menjadi 100° C, jika kalor jenis besi 450 J/kg?

Diketahui :

$$m = 10 \text{ kg}$$

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

$$C = 450 \text{ J/kg}$$

Ditanyakan : $Q = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned}\Delta Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 10 \times 450 \times 80 \\ &= 360000 \text{ J atau } 360 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Jadi, kalor yang dibutuhkan sebatang besi tersebut sebesar 360 kJ.

2. Sepotong besi yang memiliki massa 3 kg, dipanaskan dari suhu 20° C hingga 120° C. Jika kalor yang diserap besi sebesar 135 kJ. Tentukan kapasitas kalor besi dan kalor jenis besi?

Diketahui : $m = 3 \text{ kg}$
 $\Delta T = 120^\circ - 20^\circ = 100^\circ \text{ C}$
 $Q = 135 \text{ kJ.}$

Ditanyakan : a. $C = \dots?$
 b. $c = \dots?$

Jawab :

- a. Kapasitas kalor besi

$$\begin{aligned}C &= \frac{Q}{\Delta T} \\ &= \frac{135.000}{100^\circ \text{C}} \\ &= 1350 \text{ J}/^\circ \text{C}\end{aligned}$$

- b. Kalor jenis besi

$$\begin{aligned}c &= \frac{C}{m} \\ &= \frac{1350}{3 \text{ kg}} \\ &= 450 \text{ J/kg } ^\circ \text{C}\end{aligned}$$

3. Berapakah kalori kalor yang diperlukan untuk memanaskan 2 liter air dari 30° C menjadi 80° C jika massa jenis air = 1 gram/cm³ dan kalor jenis air = 1 kal/gr° C?

Penyelesaian:

Diketahui: $V = 2 \text{ liter} = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$

$\Delta t = 80^\circ \text{C} - 30^\circ \text{C} = 50^\circ \text{C}$

$\rho = 1 \text{ gram/cm}^3$

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

Ditanya: $\Delta Q = \dots?$

Jawab: $m = \rho \cdot V = 1 \times 2 \times 10^3 = 2 \cdot 10^3 \text{ gram}$

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

$\Delta Q = 2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 50$

$\Delta Q = 105 \text{ kalori.}$

4. Berapakah kapasitas kalor dari 5 kg suatu zat yang mempunyai kalor jenis 2 kal/gr° C?

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 5 \text{ kg} = 5000 \text{ gram}$

$c = 2 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$

Ditanya: $C = \dots?$

Jawab: $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

$\Delta Q = C \cdot \Delta t$

$C = m \cdot c$

$C = 5000 \cdot 2 = 10.000 \text{ kal}^\circ\text{C}$

c. Azas Black

Anda ketahui bahwa kalor berpindah dari satu benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama antara kedua benda tersebut. Pernahkah Anda membuat susu atau kopi? Sewaktu susu diberi air panas, kalor akan menyebar ke seluruh cairan susu yang dingin, sehingga susu terasa hangat.

Suhu akhir setelah percampuran antara susu dengan air panas disebut suhu termal (keseimbangan). Kalor yang dilepaskan air panas akan sama besarnya dengan kalor yang diterima susu yang dingin. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah, prinsip ini merupakan prinsip hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi di rumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728 – 1899). *Hukum kekekalan energi yaitu kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q_{lepas}) sama dengan kalor yang diterima oleh air dingin (Q_{terima}).* Oleh karena itu, pernyataan tersebut juga di kenal sebagai asas Black. Joseph Black merumuskan perpindahan kalor antara dua benda yang membentuk suhu termal sebagai berikut.

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

Keterangan:

Q_{lepas} : besar kalor yang diberikan (J)

Q_{terima} : besar kalor yang diterima (J)

CONTOH SOAL

1. 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 :

Diketahui :

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

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

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

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

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

DEFINISI HUKUM KEKALKAN ENERGI

Hukum kekekalan energi yaitu kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q_{lepas}) sama dengan kalor yang diterima oleh air dingin (Q_{terima}).

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

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

Jawab :

$Q_{\text{dilepas}} = Q_{\text{diterima}}$

$$m \times c_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}} = m \times c_{bjn} \times \Delta T_{bjn}$$

$$0,5 \times 4.200 \times (100 - T_{\text{termal}}) = 0,5 \times 900 \times (T_{\text{termal}} - 25)$$

$$210.000 - 2.100 T_{\text{termal}} = 450 T_{\text{termal}} - 11.250$$

$$2.550 T_{\text{termal}} = 222.250$$

$$T_{\text{termal}} = \frac{222.250}{2550}$$

$$= 87,156^\circ \text{C}$$

Jadi, suhu kesetimbangannya adalah $87,156^\circ\text{C}$.

2. Sebuah kalorimeter dengan kapasitas $80 \text{ J/}^\circ\text{C}$ mula-mula diisi dengan 200 gram air dengan suhu 100°C . Kemudian ke dalam kalorimeter dimasukkan lagi sebuah logam yang bermassa 100 gram dengan suhu 40°C . Setelah tercapai kesetimbangan termal diperoleh suhu akhir campuran 60°C . Berapakah kalor jenis logam tersebut? (kalor jenis air = $1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$). ($1 \text{ J} = 0,24 \text{ kal}$)

Penyelesaian:

Diketahui: $C_K = 80 \text{ J/}^\circ\text{C} = 19,2 \text{ kal/}^\circ\text{C}$

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

$$m_a = 200 \text{ gram}$$

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

$$t_a = t_k = 100^\circ\text{C}$$

$$t = 60^\circ\text{C}$$

$$m_L = 100 \text{ gram.}$$

Ditanya c_L?

Jawab :

Kalor yang dilepas oleh :

Kalorimeter :

$$Q_1 = C_K \cdot \Delta t$$

$$Q_1 = 19,2 \cdot (100-60) = 768 \text{ kal.}$$

Air :

$$Q_2 = m_a \cdot C_a \cdot \Delta t$$

$$Q_2 = 200 \cdot 1 \cdot (100-60)$$

$$= 8000 \text{ kal}$$

Kalor yang diserap oleh logam:

$$Q_3 = m_L \cdot C_L \cdot \Delta t$$

$$Q_3 = 100 \cdot C_L \cdot (60-40)$$

$$= 2000 C_L$$

Azas Black :

Q lepas = Q terima

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$768 + 8000 = 2000 C_L$$

$$8768 = 2000 C_L$$

$$C_L = 4,384 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$$

(RPP 1)

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	:	SMA Katolik Santa Agnes Surabaya
Mata Pelajaran	:	Fisika
Kelas/Semester	:	X/2
Pokok Bahasan	:	Suhu dan kalor
Sub Pokok Bahasan	:	Suhu dan Pemuaian
Alokasi Waktu	:	2 x 45 menit
Pertemuan	:	Pertama

I. Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip kalor, konversi energi, dan sumber energi berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

II. Kompetensi Dasar

- a. Melakukan percobaan yang berkaitan dengan kalor seperti pengukuran kalor jenis, atau pengukuran suhu, pemuaian, dan perubahan wujud.
- b. Mendeskripsikan cara perpindahan kalor.

III. Indikator.

1. Aspek Pengetahuan

- 1.1 Mengkalibrasikan termometer dengan skala sembarang.
- 1.2 Memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, zat cair, dan gas.
- 1.3 Membedakan besar pemuaian (panjang, luas dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.

2. Aspek Keterampilan

- 2.1. Merumuskan hipotesis
- 2.2. Menentukan variabel percobaan
- 2.3. Merumuskan kesimpulan

3. Aspek Sikap

- 3.1 Bertanya kepada guru
- 3.2 Kerjasama dalam kelompok
- 3.3 Mengemukakan pendapat
- 3.4 Mempresentasikan hasil

IV. Tujuan Pembelajaran

1. Aspek Pengetahuan

Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat:

- 1.1 Mengkalibrasikan termometer dengan skala sembarang.
- 1.2 Memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, zat cair, dan gas.
- 1.3 Membedakan besar pemuaian (panjang, luas dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.

2. Aspek Keterampilan Proses Sains

Selama mengikuti pelajaran Siswa dapat:

- 2.1 Merumuskan hipotesis
- 2.2 Menentukan variabel percobaan
- 2.3 Merumuskan kesimpulan

3. Aspek Sikap

Selama mengikuti pelajaran siswa dapat:

- 3.1 Bertanya kepada guru
- 3.2 Bekerjasama dalam kelompok
- 3.3 Mengemukakan pendapat
- 3.4 Mempresentasikan hasil

V. Sumber Pembelajaran

- a. Buku ajar siswa pokok bahasan suhu dan kalor.
- b. LKS 1, pengkalibrasian skala termometer.

VI. Alat dan bahan

1. Termometer Celcius.
2. Termometer air raksa yang belum berskala.
3. Air panas
4. Kertas millimeter.
5. Air keran
6. Spidol.

VII. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran : Model Inkuiri Terbimbing.

VIII. Kegiatan Pembelajaran

A. Kegiatan Awal (\pm 10 menit)

Aktivitas	
Pertemuan Pertama Siklus I	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
Fase I Menjelaskan Tujuan dan Mengorientasikan Siswa Pada Masalah. 1. Memastikan semua siswa siap dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar.	1. Semua Siswa siap mengikuti kegiatan belajar mengajar.

<ol style="list-style-type: none"> 2. Menyapa dan menanyakan kabar siswa saat itu. 3. Menjelaskan tujuan pembelajaran sub materi suhu dan pemuaiian yang harus dicapai oleh siswa. 4. Menjelaskan kepada siswa tentang model belajar yang akan digunakan yaitu model pembelajaran inkuiri terbimbing. 5. Membagikan siswa ke dalam 5 kelompok. 6. Membagikan buku siswa dan LKS 1 kepada siswa. 7. Guru menyajikan materi pengantar dan permasalahan kepada siswa dengan menyajikan pertanyaan awal “<i>bagimanakah cara menentukan skala pada termometer yang tidak berskala?</i>”. 8. Guru memberikan penjelasan kepada siswa untuk memahami rumusan masalah pada yang ada pada LKS. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Siswa menjawab sapaan guru. 3. Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran. 4. Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai model pembelajaran inkuri terbimbing. 5. Siswa bergabung ke dalam kelompok masing-masing. 6. Siswa menerima buku siswa dan LKS yang diberikan oleh guru. 7. Siswa memperhatikan permasalahan yang dikemukakan guru. 8. Siswa memperhatikan penjelasan guru.
---	---

B. Inti (± 35 menit)

Aktivitas	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
<p>Fase II Membuat Hipotesis</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru meminta siswa mengumpulkan informasi dan mampu menanya yang berhubungan dengan permasalahan secara lisan. 2. Guru memberikan penjelasan bagaimana menentukan jawaban sementara (hipotesis) kepada siswa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengumpulkan informasi dan mampu menanya yang berhubungan dengan permasalahan. 2. Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.
<p>Fase III Merancang Percobaan dan Melakukan Percobaan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan penjelasan bagaimana menentukan variabel percobaan kepada siswa sebelum melakukan percobaan. 2. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengurutkan langkah-langkah percobaan dengan menggunakan literatur yang ada (buku siswa). 3. Guru membimbing siswa menguji hipotesis dengan melakukan percobaan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa memperhatikan penjelasan guru untuk menentukan variabel percobaan. 2. Siswa mengurutkan langkah-langkah percobaan dengan menggunakan literatur yang ada (buku siswa). 3. Siswa menguji hipotesis dengan melakukan percobaan.
<p>Fase IV Mengumpulkan data</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk mengumpulkan, menganalisis data dari hasil percobaan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengumpulkan, menganalisis data dari hasil percobaan.

<p>Fase V Membuat Kesimpulan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membimbing siswa untuk membuat kesimpulan dari hasil percobaan berdasarkan data yang telah diperoleh. 2. Guru memberikan kesempatan kepada perwakilan kelompok untuk mengkomunikasikan hasil pengamatannya. 3. Guru mengomentari jalannya diskusi . 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa merancang kesimpulan 2. Perwakilan kelompok mengkomunikasikan hasil pengamatannya. 3. Siswa memperhatikan penjelasan guru.
---	---

C. Kegiatan Penutup (\pm 5 menit)

Aktivitas	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan penguatan serta <i>mereview</i> materi secara keseluruhan dengan mengerjakan soal-soal latihan. 2. Guru membuat kesimpulan pembelajaran kepada siswa. 3. Siswa diingatkan untuk belajar di rumah untuk persiapan evaluasi hari berikutnya. 4. Mengucapkan salam dan mengakhiri pelajaran. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa memperhatikan penjelasan dari guru. 2. Siswa menyimak kesimpulan pembelajaran. 3. Siswa memperhatikan amanat yang diberikan oleh guru. 4. Siswa membalas salam.

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	:	SMA Katolik Santa Agnes Surabaya
Mata Pelajaran	:	Fisika
Kelas/Semester	:	X/2
Pokok Bahasan	:	Suhu dan kalor
Sub Pokok Bahasan	:	Kalor
Alokasi Waktu	:	2 x 45 menit
Pertemuan	:	Kedua

I. Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip kalor, konversi energi, dan sumber energi berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

II. Kompetensi Dasar

- a. Melakukan percobaan yang berkaitan dengan kalor seperti pengukuran kalor jenis, atau pengukuran suhu, pemuaian, dan perubahan wujud.
- b. Mendeskripsikan cara perpindahan kalor.

III. Indikator.

1. Aspek Pengetahuan

- 1.1 Menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud benda.
- 1.2 Menerapkan Azas Black secara kuantitatif.

2. Aspek Keterampilan

- 2.1 Merumuskan hipotesis
- 2.2 Menentukan variabel percobaan
- 2.3 Merumuskan kesimpulan

3. Aspek Sikap

- 3.1 Bertanya kepada guru
- 3.2 Kerjasama dalam kelompok
- 3.3 Mengemukakan pendapat
- 3.4 Mempresentasikan hasil

IV. Tujuan Pembelajaran

1. Aspek Pengetahuan

Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat:

- 1.1 Menganalisis pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud benda.
- 1.2 Menerapkan Azas Black secara kuantitatif.

2. Aspek Keterampilan Proses Sains

Selama mengikuti pelajaran siswa dapat:

- 2.1 Merumuskan hipotesis
- 2.2 Menentukan variabel percobaan
- 2.3 Merumuskan kesimpulan

3. Aspek Sikap

Selama mengikuti pelajaran siswa dapat:

- 3.1 Bertanya kepada guru
- 3.2 Bekerjasama dalam kelompok
- 3.3 Mengemukakan pendapat
- 3.4 Mempresentasikan hasil

V. Sumber Pembelajaran

- a. Buku ajar siswa tentang suhu dan kalor.
- b. LKS 1, pengaruh kalor jenis terhadap kalor.

VI. Alat dan bahan

1. Termometer Celcius.
2. Air dan minyak goreng.
3. Gelas ukur
4. Pemanas air.
5. Stopwatch.

VII. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran : Model Inkuiri Terbimbing.

VIII. Kegiatan Pembelajaran

A. Kegiatan Awal (\pm 10 menit)

Aktivitas	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
<p>Fase I Menjelaskan Tujuan dan Mengorientasikan Siswa Pada Masalah.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memastikan semua siswa siap dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar. 2. Menyapa dan menanyakan kabar siswa saat itu. 3. Menjelaskan tujuan pembelajaran sub pokok bahasan kalor yang harus dicapai oleh siswa. 4. Menjelaskan kepada siswa tentang model belajar yang akan digunakan yaitu model pembelajaran inkuiri terbimbing. 5. Membagikan siswa ke dalam 5 kelompok. 6. Membagikan buku siswa dan LKS 1 kepada siswa. 7. Guru menyajikan permasalahan kepada siswa dengan menyajikan pertanyaan awal <i>“bagaimana hubungan antara kalor jenis dengan kalor yang dibutuhkan suatu benda ketika dipanaskan?”</i> 8. Guru memberikan penjelasan kepada siswa untuk memahami rumusan masalah pada yang ada pada LKS. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Semua siswa siap mengikuti kegiatan belajar mengajar. 2. Siswa menjawab sapaan guru. 3. Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran. 4. Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai model pembelajaran inkuiri terbimbing. 5. Siswa bergabung ke dalam kelompok masing-masing. 6. Siswa menerima buku siswa dan LKS yang diberikan oleh guru. 7. Siswa memperhatikan permasalahan yang dikemukakan guru. 8. Siswa memperhatikan penjelasan guru.

B. Inti (\pm 35 menit)

Aktivitas	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
<p>Fase II Membuat Hipotesis</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru meminta siswa mengumpulkan informasi dan mampu menanya yang berhubungan dengan permasalahan. 2. Guru memberikan penjelasan bagaimana menentukan jawaban sementara (hipotesis) kepada siswa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengumpulkan informasi dan mampu menanya yang berhubungan dengan permasalahan. 2. Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.

<p>Fase III Merancang Percobaan dan Melakukan Percobaan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan penjelasan bagaimana menentukan variabel percobaan kepada siswa sebelum melakukan percobaan. 2. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengurutkan langkah-langkah percobaan dengan menggunakan literatur yang ada (buku siswa). 3. Guru membimbing siswa menguji hipotesis dengan melakukan percobaan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa memperhatikan penjelasan guru untuk menentukan variabel percobaan. 2. Siswa mengurutkan langkah-langkah percobaan dengan menggunakan literatur yang ada (buku siswa). 3. Siswa menguji hipotesis dengan melakukan percobaan.
<p>Fase IV Mengumpulkan data</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengumpulkan, menganalisis data dari hasil percobaan. 2. Guru memberikan penjelasan cara menyusun argumen yang mendukung pengujian hipotesis dan meminta siswa untuk mulai membuat kesimpulan untuk dipresentasikan pada pertemuan berikutnya. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengumpulkan, menganalisis data dari hasil percobaan. 2. Siswa memperhatikan penjelasan guru dan mulai membuat kesimpulan untuk dipresentasikan pada pertemuan berikutnya.
<p>Fase V Membuat Kesimpulan (±40 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan kepada perwakilan kelompok untuk mengkomunikasikan hasil pengamatannya. 2. Guru mengomentari jalannya diskusi dan memberikan penguatan serta mereview materi secara keseluruhan dengan mengerjakan soal-soal latihan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perwakilan kelompok mengkomunikasikan hasil pengamatannya. 2. Siswa memperhatikan penjelasan guru dan berdiskusi dalam mengerjakan soal-soal latihan.

C. Kegiatan Penutup (± 5 menit)

Aktivitas	
Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuat kesimpulan pembelajaran kepada siswa. 2. Siswa diingatkan untuk belajar di rumah untuk persiapan evaluasi hari berikutnya. 3. Mengucapkan salam dan mengakhiri pelajaran. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menyimak kesimpulan pembelajaran. 2. Siswa memperhatikan amanat yang diberikan oleh guru. 3. Siswa membalas salam.

Lampiran 3a

LEMBAR KERJA SISWA 1
SKALA SUHU
(KALIBRASI SKALA PADA TERMOMETER)
(MODEL INKUIRI TERBIMBING)

KELAS :

TANGGAL :

NAMA ANGGOTA KELOMPOK :

1. Ikuti langkah – langkah yang ada pada prosedur kerja ini.
2. Hindari menyentuh tangan secara langsung pada thermometer saat melakukan pengukuran, akan tetapi ikatlah terlebih dahulu thermometer dengan benang!
3. Hati – hati ketika melaksanakan percobaan, mengambil dan mengembalikan alat-alat dan bahan praktikum lainnya.
4. Kerjakan dengan penuh ketelitian dan kerjasama.
5. Waktu mengerjakan adalah 45 menit.

1. Pendahuluan (penyajian permasalahan).

Rian hendak mengukur suhu suatu benda menggunakan termometer, tetapi ia tidak dapat suhu benda tersebut dikarenakan termometer yang dia berikan belum memiliki skala. Dapatkah kalian membantu Rian untuk memberi skala pada termometer yang belum berskala, tidakkah kalian penasaran juga, bagaimana ilmuwan kita dahulu memberi skala pada termometer mereka?

2. Alat dan bahan (tiap kelompok)

- Termometer Celcius.
- Termometer air raksa yang belum berskala (termometer X)
- Air panas
- Kertas millimeter.
- Air keran
- Spidol.

3. Rumusan Masalah

Bagaimana merumuskan konversi suhu termometer X ke termometer Celcius?

4. Hipotesis Percobaan

Berdasarkan rumusan masalah di atas ,dibuatlah suatu hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah,

.....

5. Variabel Percobaan

Berdasarkan hipotesis yang anda buat, diperlukan identifikasi variabel-variabel yang dibutuhkan untuk kegiatan pengujian hipotesis melalui kegiatan percobaan.

a. Variabel manipulasi

.....

b. Variabel respon

.....

c. Variabel control

.....

6. Prosedur Percobaan

Untuk menguji hipotesis di atas, diperlukan sebuah prosedur percobaan yang sesuai dengan langkah-langkah yang telah dipelajari pada buku siswa.

.....

7. Hasil Pengamatan

Table : Data hasil pengukuran suhu benda menggunakan termometer yang belum berskala.

$t_a = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_a' = \dots \text{ } ^\circ\text{X}$

$t_b = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_b' = \dots \text{ } ^\circ\text{X}$

$t_a' - t_b' = \dots \text{ mm}$

Skala Celcius	Termometer	Skala Termometer X	
		Dengan Rumus	Pada Skala
Rata – rata	

8. Analisa data

a. Dengan membandingkan hasil-hasil pengukuran suhu yang sudah Anda lakukan di atas dengan rumus dan pembacaan skala, apakah hasil sama atau berbeda?.....

9. Kesimpulan

Berdasarkan data di atas.

a. Apakah hipotesismu diterima.....

b. Dari hasil percobaan diperoleh kesimpulan bahwa:

.....

Lampiran 3b

LEMBAR KERJA SISWA 2
KALOR
(HUBUNGAN ANTARA KALOR YANG DITERIMA
DENGAN PERUBAHAN SUHU)
(MODEL INKUIRI TERBIMBING)

KELAS :

TANGGAL :

NAMA ANGGOTA KELOMPOK :

1. Ikuti langkah – langkah yang ada pada prosedur kerja ini.
2. Hindari menyentuh tangan secara langsung pada thermometer saat melakukan pengukuran, akan tetapi ikatlah terlebih dahulu thermometer dengan benang!
3. Hati – hati ketika melaksanakan percobaan, mengambil dan mengembalikan alat-alat dan bahan praktikum lainnya.
4. Kerjakan dengan penuh ketelitian dan kerjasama.
5. Waktu mengerjakan adalah 45 menit.

1. Pendahuluan (penyajian permasalahan).

Pernahkan kalian memanaskan air?

Sebaian besar pasti pernah melakukannya. Semakin lama air dipanaskan maka suhu air semakin meningkat. Artinya banyaknya kalor (ΔQ) diterima sebanding dengan perubahan suhu (ΔT) air.

Demikian juga ketika memanaskan air dengan massa yang berbeda. Untuk mencapai perubahan suhu (ΔT) yang sama, semakin sedikit massa air yang dipanaskan semakin cepat perubahan suhu tercapai. Ini berarti kalor yang diserap (ΔQ) semakin sedikit dibandingkan ketika memanaskan air yang massanya lebih banyak. Hal ini juga menunjukkan bahwa massa air berpengaruh terhadap kalor Q yang dibutuhkan. (*air yang bervolume lebih banyak, mempunyai massa yang lebih besar*). **Perubahan kalor (ΔQ) diukur dari lamanya waktu untuk mencapai perubahan suhu tertentu (ΔT)**

Bagaimana jika kalian memanaskan air dan minyak goreng dengan selang waktu pemanasan yang sama, apakah kalor yang dibutuhkan sama? Penasaran kan? Dengan percobaan ini kalian akan mengetahui selain m dan Δt , terdapat faktor yang lain terhadap kalor Q yang diserap.

2. Alat dan bahan(tiap kelompok)

- Termometer Celcius.
- Air dan minyak goreng.
- Gelas ukur.
- Pemanas air.
- Neraca
- Stopwatch

3. Rumusan Masalah

Bagaimanakah hubungan antara kalor yang diterima (ΔQ) dengan perubahan suhu (ΔT)?

4. Hipotesis Percobaan

Berdasarkan rumusan masalah di atas ,dibuatlah suatu hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah,

.....

5. Variabel Percobaan

Berdasarkan hipotesis yang anda buat, diperlukan identifikasi variabel-variabel yang dibutuhkan untuk kegiatan pengujian hipotesis melalui kegiatan percobaan.

a. Variabel manipulasi

.....

b. Variabel respon

.....

c. Variabel control

.....

6. Prosedur Percobaan

Untuk menguji hipotesis di atas, diperlukan sebuah prosedur percobaan yang sesuai dengan langkah-langkah yang telah dipelajari pada buku siswa.

.....

7. Hasil Pengamatan

Table : Data hasil pengukuran suhu air dan minyak goreng.

Massa =

Kalor jenis =.....

Jenis Zat Cair	ΔQ (J)	$T_0(^{\circ}\text{C})$	$T(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$
	ΔQ_1			
	ΔQ_2			
	ΔQ_3			

8. Analisa data

- a. Dengan membandingkan hasil-hasil pengukuran suhu yang sudah Anda lakukan di atas, apakah kalor yang diserap berpengaruh terhadap perubahan suhu?
- b. Apabila ya / tidak, menurut anda kenapa?

9. Kesimpulan

Berdasarkan data di atas.

- a. Apakah hipotesismu diterima.....
- b. Dari hasil percobaan diperoleh kesimpulan bahwa:.....

Lampiran 4

1. Definiskan pengertian dari :
 - a. Suhu
 - b. Pemuaian
2. Termometer digolongkan menjadi tiga, sebutkan.....
3. Jawablah titik – titik di bawah ini dengan menggunakan rumus yang benar !
 - a. $20\text{ }^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b. $16\text{ }^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{K}$
4. Definiskan pengertian dari :
 - a. Kalor
 - b. Kalor jenis dan kapasitas kalor
 - c. Hukum kekekalan energi
5. Berapa kalor yang harus ditambahkan pada $4,0 \times 10^{-3}$ kg bola baja untuk menaikkan suhunya dari 20°C menjadi 70°C dan berapa suhu bola akan bertambah jika dibuat dari emas? Kalor jenis emas 129 J/KgK .
6. Dengan Q pada soal nomor 2, berapa suhu bola akan bertambah jika bola dibuat dari emas? Kalor jenis emas 129 J/kg K .

“ SELAMAT BEKERJA SEMOGA SUKSES”

PENYELESAIAN

1. a. Pengertian dari:
 - Suhu adalah Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dinginya suatu benda. Satuan Suhu dalam SI adalah Kelvin.
 - Pemuaian adalah Pemuaian adalah pertambahan ukuran zat akibat pemanasan. Pemuaian terjadi pada zat padat, cair dan gas.
2. Termometer digolongkan menjadi tiga jenis yaitu termometer zat cair, termometer zat padat dan termometer gas.
3. Jawablah titik – titik di bawah ini dengan menggunakan rumus yang benar !
 - a. $20\text{ }^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\text{R}/4 = \text{C}/5$$

$$20/4 = \text{C}/5$$

$$\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$$
 - b. $16\text{ }^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{K}$

$$\text{R}/4 = (\text{K}-273)/5$$

$$16/4 = (\text{K}-273)/5$$

$$\text{K} = 293\text{ K}$$
4. Definisikan pengertian dari :
 - a. Kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.
 - b. Kalor jenis adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1°C dan kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu ben
 - c. Hukum kekekalan energi mendefinisikan sebagai kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q lepas) sama dengan kalor yang diterima oleh air dingin (Q terima).
5. Berapa kalor yang harus ditambahkan pada $4,0 \times 10^{-3}$ kg bola baja untuk menaikkan suhunya dari 20°C menjadi 70°C .

Diketahui: m baja = $4,0 \times 10^{-3}$ kg; $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$ dan $T = 70^{\circ}\text{C}$

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

Ditanya: $Q = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 Q &= m c \Delta T \\
 &= 4,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot 450 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) \\
 &= 90 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

6. Dengan Q pada soal nomor 2, berapa suhu bola akan bertambah jika bola dibuat dari emas? Kalor jenis emas 129 J/kg K.

Diketahui: $m \text{ bola emas} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$; $Q = 90 \text{ Joule}$

$$c \text{ bola emas} = 129 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$$

Ditanya: $\Delta T = \dots?$

Jawab:

$$\Delta T = \frac{Q}{m c} = \frac{90 \text{ J}}{4,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot 129 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}} = 174,41^{\circ}\text{C}$$

SOAL TEST 1

SUHU DAN PEMUAIAN

1. a. Jelaskan pengertian dari:
 - Suhu.....
 - Pemuaian.....
- b. Termometer digolongkan menjadi tiga jenis, sebutkan
- c. Kalibrasi adalah kegiatan menetapkan skala pada sebuah termometer, hal-hal yang perlu diperhatikan ketika mengkalibrasi sebuah termometer adalah:
2. Sebutkan 4 jenis termometer yang menggunakan konsep perubahan-perubahan karena sifat pemanasan beserta titik didih dan titik lebur masing-masing termometer tersebut.
3. a. Titik didih sebuah zat adalah pada suhu 68°F . Jika dinyatakan dalam satuan $^{\circ}\text{C}$ dan K, titik didih zat tersebut adalah:
 - a. Makhluk dari luar angkasa mendarat di bumi. Dalam suhu mereka, titik lebur es adalah 15°X dan titik didih adalah 165°X . Termometer mereka menunjukkan suhu di bumi adalah 42°X . berapakah suhu itu pada skala Celcius?
4. a. Sebatang pipa tembaga memiliki panjang 2 m pada suhu 25°C . Tentukan panjang pipa pada suhu :
 - a. 100°C b. 0°C
 - b. Sebatang baja yang panjangnya 4 m bertambah panjang 2 mm ketika dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu 40°C . Berapakah pertambahan panjang dari sebatang baja kedua yang panjangnya 2 m ketika dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu 20°C !
5. Suatu gas berada dalam ruangan tertutup kaku pada suhu 42°C dan tekanan 7 atm. Jika gas dipanasi sampai suhu 87°C dan volume gas selama proses dijaga konstan. Berapakah tekanan gas sekarang?

“ SELAMAT BEKERJA SEMOGA SUKSES”

SUHU DAN PEMUAIAN

1. a. Pengertian dari:
 - *Suhu adalah Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dinginya suatu benda. Satuan Suhu dalam SI adalah Kelvin.*
 - *Pemuaian adalah Pemuaian adalah pertambahan ukuran zat akibat pemanasan. Pemuaian terjadi pada zat padat, cair dan gas.*
- b. *Termometer digolongkan menjadi tiga jenis yaitu termometer zat cair, termometer zat padat dan termometer gas.*
- c. *Kalibrasi adalah kegiatan menetapkan skala pada sebuah termometer, hal-hal yang perlu diperhatikan ketika mengkalibrasi sebuah termometer adalah:*
 - ***Menentukan titik tetap bawah (titik lebur).***
Masukkan ujung bawah termometer secara tegak lurus ke dalam bejana yang berisi air murni. Tunggu beberapa saat sehingga permukaan air raksa atau alkohol pada pipa kapiler sudah tidak berubah lagi. Tuliskan skala yang ditunjukkan pada termometer Celcius (termometer pembanding) dan berilah tanda pada termometer yang belum berskala dengan spidol sebagai titik tetap bawah.
 - ***Menentukan titik tetap atas (titik didih)***
Masukkan ujung bawah termometer secara tegak lurus ke dalam bejana yang berisi air panas. Tunggu beberapa saat sehingga permukaan air raksa atau alkohol pada pipa kapiler sudah tidak berubah lagi. Tuliskan skala yang ditunjukkan pada termometer Celcius (termometer pembanding) dan berilah tanda pada termometer yang belum berskala dengan spidol sebagai titik tetap atas.
 - *Setelah diberikan titik tetap atas dan titik tetap bawah, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak antara titik tetap atas dan titik tetap bawah dengan memperhatikan pada kertas millimeter yang telah ditempel pada termometer tidak berskala.*
 - *Selanjutnya menetapkan konversi skala millimeter ke dalam skala suhu (misalnya $1 \text{ mm} = 2^{\circ}\text{C}$). Kemudian tetapkan titik tetap atas dan titik tetap bawah, dimana selisih suhu antara titik tetap atas dan titik bawah merupakan hasil konversi skala millimeter ke dalam skala suhu sebelumnya.*
2. *Sebutkan 4 jenis termometer yang menggunakan konsep perubahan-perubahan karena sifat pemanasan beserta titik didih dan titik lebur masing-masing termometer tersebut.*
 - *Termometer Celcius (titik didih: 100°C ; titik lebur 0°C)*
 - *Termometer Fahrenheit (titik didih: 212°F ; titik lebur 32°F)*
 - *Termometer Reamur (titik didih: 80°R ; titik lebur 0°R)*
 - *Termometer Kelvin (titik didih: 273°K ; titik lebur 373°K)*
3. a. *Titik didih sebuah zat adalah pada suhu 68°F . Jika dinyatakan dalam satuan $^{\circ}\text{C}$ dan K, titik didih zat tersebut adalah:*
Diketahui: $T_F = 68^{\circ}\text{F}$
Ditanya : T_C dan T_K ?

Jawab:

$$\begin{aligned} - \left(\frac{TF-32}{t_C} \right) &= \frac{9}{5} & - T_K &= t_C + 273 \\ 9 T_C &= 5 (TF - 32) = 20^\circ C & &= 293 \text{ K} \end{aligned}$$

a. Makhhluk dari angkasa luar mendarat di bumi. Dalam suhu mereka, titik lebur es adalah 15^0X dan titik didih adalah 165^0X . Termometer mereka menunjukkan suhu di bumi adalah 42^0X . berapakah suhu itu pada skala Celcius?

Diketahui: $(Ta)X = 165^0X; (Tb)X = 15^0X$

$$TX = 42^0X$$

Ditanya : $TC = \dots ?$

Jawab:

$$\left(\frac{(Ta)X - (Tb)X}{(Ta)C - (Tb)C} \right) = \left(\frac{TX - (Tb)X}{TC - (Tb)C} \right)$$

$$\left(\frac{165 - 15}{100 - 0} \right) = \left(\frac{42 - 15}{tC - 0} \right)$$

$$TC = 18^0C$$

4. a. Sebatang pipa tembaga memiliki panjang 2 m pada suhu 25^0C . Tentukan panjang pipa pada suhu :

a. 100^0C b. 0^0C

Diketahui: $Lo = 2 \text{ m}; To = 25^0C$

$$\alpha \text{ tembaga} = 17 \times 10^{-6} / ^0C$$

Ditanya : L pada 100^0C dan L pada 0^0C

Jawab:

$$- L(100^0C) = Lo + \alpha Lo \Delta T = 2 + 17 \times 10^{-6} \cdot 2 \cdot (100 - 25) = 2,00255 \text{ m}$$

$$- L(0^0C) = Lo + \alpha Lo \Delta T = 2 + 17 \times 10^{-6} \cdot 2 \cdot (0 - 25) = 1,99 \text{ m}$$

- b. Sebatang baja yang panjangnya 4 m bertambah panjang 2 mm ketika dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu 40^0C . Berapakah pertambahan panjang dari sebatang baja kedua yang panjangnya 2 m ketika dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu 20^0C !

Diketahui: $Lo_1 = 4 \text{ m}; \Delta L_1 = 2 \text{ mm}; \Delta T_1 = 40^0C$.

$$Lo_2 = 2 \text{ m}$$

Ditanya : $\Delta L_2 = \dots \dots ?$

Jawab:

$$\Delta L_1 = \alpha L_{01} \Delta T_1$$

$$\alpha = \frac{\Delta L_1}{L_0 \Delta T_1} = \frac{2 \text{ mm}}{4 \text{ m } 40^0C}$$

$$\Delta L_2 = \alpha L_{02} \Delta T_1$$

$$= \frac{2 \text{ mm}}{4 \text{ m } 40^0C} \cdot 2 \text{ m} \cdot 20^0C$$

$$= 1 \text{ mm}$$

5. Suatu gas berada dalam ruangan tertutup kaku pada suhu 42°C dan tekanan 7 atm. Jika gas dipanasi sampai suhu 87°C dan volume gas selama proses dijaga konstan. Berapakah tekanan gas sekarang?

Diketahui : $P_1 = 7 \text{ atm}$

$$T_1 = 42^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 87^{\circ}\text{C}$$

Ditanya: $P_2 = \dots?$

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

$$\frac{7}{42} = \frac{P_2}{87} \quad P_2 = 14.5 \text{ atm}$$

KALOR

1. Definisikan pengertian dari :
 - a. Kalor ...
 - b. Kalor jenis dan kapasitas kalor
 - c. Hukum
2.
 - a. Berapa kalor yang harus ditambahkan pada $4,0 \times 10^{-3}$ kg bola baja untuk menaikkan suhunya dari 20°C menjadi 70°C .
 - b. Dengan Q pada soal nomor 2, berapa suhu bola akan bertambah jika bola dibuat dari emas? Kalor jenis emas 129 J/kg K .
3.
 - a. Sebanyak 60 kg air panas pada suhu 82°C mengalir ke dalam bak mandi. Untuk menurunkan suhunya, 300 kg air dingin pada 10°C ditambahkan ke dalam bak tersebut. Berapa suhu akhir campuran?
 - b. Sebuah kalorimeter tembaga yang massanya 280 gram g diisi dengan 500 gram air pada suhu 15°C . Sebatang balok kecil tembaga yang massanya 560 gram dan suhunya 100°C dijatuhkan ke dalam kalorimeter hingga suhu kalorimeter naik menjadi $22,5^{\circ}\text{C}$. Jika tidak ada kalor yang keluar dari sistem, berapa kalor jenis Sebuah batang tembaga bermassa 100 gram dipanasi sampai suhu 100°C dan kemudian dipindahkan ke sebuah bejana tembaga bermassa 50 gram yang mengandung 200 gram air pada suhu 10°C . Abaikan kalor yang hilang ke lingkungan disekitarnya. Hitung suhu akhir setelah diaduk secara merata. Kalor jenis tembaga dan air masing-masing $4 \times 10^2 \text{ J/Kg K}$ dan $4,2 \times 10^3 \text{ J/Kg K}$.
4. Total 0.8 kg air pada suhu 20°C dimasukkan ke dalam katel listrik 1 kw. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan air sampai suhu 100°C ?

“ SELAMAT BEKERJA SEMOGA SUKSES”

KALOR

1. Definisikan pengertian dari :

- a. Kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.
- b. Kalor jenis adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1°C dan kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu ben
- c. Hukum kekekalan energi mendefinisikan sebagai kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q lepas) sama dengan kalor yang diterima oleh air dingin (Q terima).

2. a. Berapa kalor yang harus ditambahkan pada $4,0 \times 10^{-3}$ kg bola baja untuk menaikkan suhunya dari 20°C menjadi 70°C .

Diketahui: m baja = $4,0 \times 10^{-3}$ kg; $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$ dan $T = 70^{\circ}\text{C}$

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

Ditanya: $Q = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} Q &= m c \Delta T \\ &= 4,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot 450 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) \\ &= 90 \text{ Joule} \end{aligned}$$

b. Dengan Q pada soal nomor 2, berapa suhu bola akan bertambah jika bola dibuat dari emas? Kalor jenis emas 129 J/kg K .

Diketahui: m bola emas = $4,0 \times 10^{-3}$ kg; $Q = 90 \text{ Joule}$

$$c \text{ bola emas} = 129 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$$

Ditanya: $\Delta T = \dots?$

Jawab:

$$\Delta T = \frac{Q}{m c} = \frac{90 \text{ J}}{4,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot 129 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}} = 174,41^{\circ}\text{C}$$

3. a. Sebanyak 60 kg air panas pada suhu 82°C mengalir ke dalam bak mandi. Untuk menurunkan suhunya, 300 kg air dingin pada 10°C ditambahkan ke dalam bak tersebut. Berapa suhu akhir campuran?

Diketahui: m air panas = 60 kg; m air dingin = 300 kg

$$T \text{ air panas} = 82^{\circ}\text{C}; T \text{ air dingin} = 10^{\circ}\text{C}$$

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

Ditanya: $T_{\text{campuran}} = \dots?$

Jawab:

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

$$(m c \Delta T)_{\text{air panas}} = (m c \Delta T)_{\text{air dingin}} \quad (\mathbf{c_{\text{air panas}} = c_{\text{air dingin}} = c})$$

$$(m \Delta T)_{\text{air panas}} = (m \Delta T)_{\text{air dingin}}$$

$$60 (82 - T) = 300 (T - 10)$$

$$T = 22,12^{\circ}\text{C}$$

b. Sebuah kalorimeter tembaga yang massanya 280 gram g diisi dengan 500 gram air pada suhu 15°C . Sebatang balok kecil tembaga yang massanya 560 gram dan suhunya 100°C dijatuhkan ke dalam kalorimeter hingga suhu kalorimeter naik menjadi $22,5^{\circ}\text{C}$. Jika tidak ada kalor yang keluar dari sistem, berapa kalor jenis tembaga?

Diketahui: $m_{\text{kalorimeter tembaga}} = 280 \text{ g}$; $m_{\text{air}} = 500 \text{ g}$; $m_{\text{balok tembaga}} = 560 \text{ g}$

$$T_{\text{air}} = 15^{\circ}\text{C}; T_{\text{balok tembaga}} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{campuran}} = 22,5^{\circ}\text{C}$$

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

Ditanya: $c_{\text{tembaga}} = \dots?$

Jawab:

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}} \quad (\mathbf{c_{\text{kalorimeter tembaga}} = c_{\text{balok tembaga}}}) \text{ atau } (c_1 = c_2 = c)$$

$$(m_1 c_1 \Delta T)_{\text{balok tembaga}} = (m_2 c_2 \Delta T)_{\text{kalorimeter tembaga}} + (m_3 c_3 \Delta T)_{\text{air}}$$

$$0,56.c.(100-22,5) = 0,28.c.(22,5-15) + 0,5.4200.(22,5-15)$$

$$c = 381,36 \text{ J/Kg K}$$

4. Sebuah batang tembaga bermassa 100 gram dipanasi sampai suhu 100°C dan kemudian dipindahkan ke sebuah bejana tembaga bermassa 50 gram yang mengandung 200 gram air pada suhu 10°C . Abaikan kalor yang hilang ke lingkungan

disekitarnya. Hitung suhu akhir setelah diaduk secara merata. Kalor jenis tembaga dan air masing-masing $4 \times 10^2 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$ dan $4,2 \times 10^3 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$.

Diketahui: m batang tembaga = 100 g; m bejana tembaga = 50 g; m air = 200 g

$$T \text{ batang tembaga} = 100^\circ\text{C}; T \text{ air} = 10^\circ\text{C}$$

$$c \text{ air} = 4 \times 10^2 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}; c \text{ tembaga} = 4,2 \times 10^3 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$$

Ditanya: T campuran =?

Jawab:

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

$$(m_1 c_1 \Delta T)_{\text{batang tembaga}} = (m_2 c_2 \Delta T)_{\text{bejana tembaga}} + (m_3 c_3 \Delta T)_{\text{air}}$$

$$100 \cdot 4 \times 10^2 \cdot (100 - T) = 50 \cdot 4,2 \times 10^3 \cdot (T - 10) + 0,2 \cdot 4 \times 10^2 \cdot (T - 10)$$

$$T = 14^\circ\text{C}$$

5. Total 0.8 kg air pada suhu 20°C dimasukkan ke dalam katel listrik 1 kw. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan air sampai suhu 100°C ?

Diketahui: m air = 0.8 kg

$$P \text{ listrik 1 kw} = 1000 \text{ watt}$$

$$T_0 = 20^\circ\text{C}; T = 100^\circ\text{C}$$

$$c \text{ air} = 4 \times 10^2 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$$

Jawab:

$$Q = m c \Delta T$$

$$P t = m c \Delta T$$

$$t = \frac{m c \Delta T}{P}$$

$$t = \frac{0,8 \cdot 4200 \cdot (100 - 20)}{1000}$$

$$t = 268,8 \text{ sekon}$$

Lembar Pengamatan Partisipasi Awal Siswa

No	Nama	Aspek yang akan dinilai												
		Bertanya kepada guru/teman			Kerjasama dalam kelompok			Mengemukakan Pendapat			Mempresentasikan Hasil			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Agus Firman Damanik													
2	Agustina Ivana Siswanto													
3	Andy Wijaksono													
4	Angela Meilia													
5	Antonius Adika Kusuma													
6	Arnold Pramuditha Candra													
7	Bernadetta Vega Amorita													
8	Celine A. M. Utomo													
9	Erine Sonya Anjastika													
10	Eva Sarah Makatita													
11	Febby A.D. Halim													
12	Felyta Tamara													
13	Imelda Tandipa													
14	Jeanny Octavia													
15	Jose Andresen Gunawan													
16	Michael Jordan Limanjaya													
17	Michelle Kezia Chandra													
18	Natanael Kevin K.S.													
19	Rico Candra Rahardjo													
20	Rut Viktri Permata Sari													
21	Ryando Fenta Judistira													
22	Steven Manual Jono													
23	Steven Theola Wijaya													
24	Timothius P.Wijaya													
25	Selvina R.Tampubolon													
26	Vira Purnama Sari													
27	Wanda Evelyn													
28	Wesley Santoso													
29	Yohana Yopie Lestari													
30	Vannia Liebni													

Keterangan:

A. Bertanya kepada guru/teman

- 1 = Siswa pasif/diam saja.
- 2 = Berani bertanya kepada guru/teman setelah diperingatkan oleh guru.
- 3 = Aktif bertanya kepada guru atau teman.

B. Kerjasama dalam kelompok

- 1 = Siswa tidak dapat bekerjasama dalam kelompok selama proses pelajaran berlangsung.
- 2 = Siswa dapat bekerjasama dalam kelompok tetapi tidak membantu menyelesaikan secara tuntas tugas kelompok.
- 3 = Siswa bekerjasama dalam kelompok selama proses pembelajaran berlangsung.

C. Mengemukakan pendapat

- 1 = Siswa pasif dan tidak mengemukakan pendapat dalam kelompok maupun depan kelas atau ketika dimintai guru.
- 2 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya walaupun bahasa yang digunakan kurang baku/baik dan masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya dengan menggunakan bahasa yang baik dan sesuai topic yang dibicarakan.

D. Mempresentasikan hasil

- 1 = Siswa tidak dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas.
- 2 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas meskipun masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas dengan benar.

Lembar Pengamatan Partisipasi Siswa Siklus I

No	Nama	Aspek yang akan di nilai												
		Bertanya kepada guru/teman			Kerjasama dalam kelompok			Mengemukakan Pendapat			Mempresentasikan Hasil			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Agus Firman Damanik													
2	Agustina Ivana Siswanto													
3	Andy Wijaksono													
4	Angela Meilia													
5	Antonius Adika Kusuma													
6	Arnold Pramuditha Candra													
7	Bernadetta Vega Amorita													
8	Celine A. M. Utomo													
9	Erine Sonya Anjastika													
10	Eva Sarah Makatita													
11	Febby A.D. Halim													
12	Felyta Tamara													
13	Imelda Tandipa													
14	Jeanny Octavia													
15	Jose Andresen Gunawan													
16	Michael Jordan Limanjaya													
17	Michelle Kezia Chandra													
18	Natanael Kevin K.S.													
19	Rico Candra Rahardjo													
20	Rut Viktri Permata Sari													
21	Ryando Fenta Judistira													
22	Steven Manual Jono													
23	Steven Theola Wijaya													
24	Timothius P.Wijaya													
25	Selvina R.Tampubolon													
26	Vira Purnama Sari													
27	Wanda Evelyn													
28	Wesley Santoso													
29	Yohana Yopie Lestari													
30	Vannia Liebni													

Keterangan:

A. Bertanya kepada guru/teman

- 1 = Siswa pasif/diam saja.
- 2 = Berani bertanya kepada guru/teman setelah diperingatkan oleh guru.
- 3 = Aktif bertanya kepada guru atau teman.

B. Kerjasama dalam kelompok

- 1 = Siswa tidak dapat bekerjasama dalam kelompok selama proses pelajaran berlangsung.
- 2 = Siswa dapat bekerjasama dalam kelompok tetapi tidak membantu menyelesaikan secara tuntas tugas kelompok.
- 3 = Siswa bekerjasama dalam kelompok selama proses pembelajaran berlangsung.

C. Mengemukakan pendapat

- 1 = Siswa pasif dan tidak mengemukakan pendapat dalam kelompok maupun depan kelas atau ketika dimintai guru.
- 2 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya walaupun bahasa yang digunakan kurang baku/baik dan masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya dengan menggunakan bahasa yang baik dan sesuai topic yang dibicarakan.

D. Mempresentasikan hasil

- 1 = Siswa tidak dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas.
- 2 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas meskipun masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas dengan benar.

Lembar Pengamatan Partisipasi Siswa Siklus II

No	Nama	Aspek yang akan di nilai												
		Bertanya kepada guru/teman			Kerjasama dalam kelompok			Mengemukakan Pendapat			Mempresentasikan Hasil			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Agus Firman Damanik													
2	Agustina Ivana Siswanto													
3	Andy Wijaksono													
4	Angela Meilia													
5	Antonius Adika Kusuma													
6	Arnold Pramuditha Candra													
7	Bernadetta Vega Amorita													
8	Celine A. M. Utomo													
9	Erine Sonya Anjastika													
10	Eva Sarah Makatita													
11	Febby A.D. Halim													
12	Felyta Tamara													
13	Imelda Tandipa													
14	Jeanny Octavia													
15	Jose Andresen Gunawan													
16	Michael Jordan Limanjaya													
17	Michelle Kezia Chandra													
18	Natanael Kevin K.S.													
19	Rico Candra Rahardjo													
20	Rut Viktri Permata Sari													
21	Ryando Fenta Judistira													
22	Steven Manual Jono													
23	Steven Theola Wijaya													
24	Timothius P.Wijaya													
25	Selvina R.Tampubolon													
26	Vira Purnama Sari													
27	Wanda Evelyn													
28	Wesley Santoso													
29	Yohana Yopie Lestari													
30	Vannia Liebni													

Keterangan:

A. Bertanya kepada guru/teman

- 1 = Siswa pasif/diam saja.
- 2 = Berani bertanya kepada guru/teman setelah diperingatkan oleh guru.
- 3 = Aktif bertanya kepada guru atau teman.

B. Kerjasama dalam kelompok

- 1 = Siswa tidak dapat bekerjasama dalam kelompok selama proses pelajaran berlangsung.
- 2 = Siswa dapat bekerjasama dalam kelompok tetapi tidak membantu menyelesaikan secara tuntas tugas kelompok.
- 3 = Siswa bekerjasama dalam kelompok selama proses pembelajaran berlangsung.

C. Mengemukakan pendapat

- 1 = Siswa pasif dan tidak mengemukakan pendapat dalam kelompok maupun depan kelas atau ketika dimintai guru.
- 2 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya walaupun bahasa yang digunakan kurang baku/baik dan masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mengemukakan pendapatnya dengan menggunakan bahasa yang baik dan sesuai topic yang dibicarakan.

D. Mempresentasikan hasil

- 1 = Siswa tidak dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas.
- 2 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas meskipun masih kurang tepat.
- 3 = Siswa dapat mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas dengan benar.

Nama :

Lembar Pengamatan Keterampilan Proses Sains Siswa Siklus I

1. Merumuskan hipotesis

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Hipotesis dirumuskan dalam kalimat sederhana yang mencerminkan pelaksanaan percobaan.		
2	Prediksi dapat dihasil dari hipotesis.		
3	Hipotesis dapat diuji dengan percobaan.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

2. Menentukan Variabel

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Variabel manipulasi diidentifikasi dengan baik.		
2	Variabel respon diidentifikasi dengan baik.		
3	Variabel kontrol diidentifikasi dengan baik.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

3. Merumuskan Kesimpulan

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Kesimpulan menjawab permasalahan dalam percobaan.		
2	Kesimpulan merupakan hasil pengujian hipotesis.		
3	Kesimpulan berdasarkan hasil analisis data.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

Total skor :.....

Nama :

Lembar Pengamatan Keterampilan Proses Sains Siswa Siklus II

1. Merumuskan hipotesis

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Hipotesis dirumuskan dalam kalimat sederhana yang mencerminkan pelaksanaan percobaan.		
2	Prediksi dapat dihasil dari hipotesis.		
3	Hipotesis dapat diuji dengan percobaan.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

2. Menentukan Variabel

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Variabel manipulasi diidentifikasi dengan baik.		
2	Variabel respon diidentifikasi dengan baik.		
3	Variabel kontrol diidentifikasi dengan baik.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

3. Merumuskan Kesimpulan

No	Aspek yang dinilai	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak
1	Kesimpulan menjawab permasalahan dalam percobaan.		
2	Kesimpulan merupakan hasil pengujian hipotesis.		
3	Kesimpulan berdasarkan hasil analisis data.		
Skor			

Pemberian Skor :

- 4 : ketiga aspek dilaksanakan
 3 : hanya 2 aspek dilaksanakan
 2 : hanya 1 dilaksanakan
 1 : tidak ada aspek yang dilaksanakan

Total skor :.....

Lembar Penilaian RPP Pertemuan Pertama Siklus 1

No.	Aspek yang diamati	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Memastikan semua siswa siap mengikuti pelajaran				
2	Menyapa dan menanyakan keadaan siswa				
3	Menjelaskan tujuan pembelajaran pokok bahasan suhu dan pemuaiian				
4	Menjelaskan kepada siswa tentang model pembelajaran yang digunakan.				
5	Membimbing siswa dalam pembentukan kelompok				
6	Memberikan buku siswa dan LKS kepada masing-masing siswa.				
7	Menyajikan materi pengantar dan permasalahan kepada siswa				
8	Menjelaskan maksud daripada rumusan masalah yang ada pada LKS				
9	Meminta siswa mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan permasalahan secara lisan				
10	Menjelaskan cara menentukan hipotesis kepada siswa				
11	Menjelaskan cara menentukan variabel pada percobaan				
12	Meminta siswa mengurutkan langkah-langkah percobaan				
13	Membimbing siswa melakukan percobaan				
14	Membimbing siswa mengumpulkan data dan menganalisa data hasil percobaan				
15	Mengarahkan siswa untuk membuat kesimpulan dari hasil percobaan				
16	Memberikan kesempatan kepada siswa melalui perwakilan kelompok untuk mengkomunikasikan hasil percobaan				
17	Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menanyakan hasil pengamatan yang telah disampaikan oleh kelompok lain				
18	Mengomentari jalannya diskusi saat siswa mengkomunikasikan hasil pengamatannya				
19	Mereview materi secara keseluruhan dan membahas latihan soal bersama siswa				
20	Membuat kesimpulan dari materi yang telah dijelaskan				
21	Siswa diingatkan untuk belajar di rumah untuk persiapan evaluasi				
22	Mengucapkan salam dan mengakhiri pelajaran				
23	Pengelolaan waktu				
24	Siswa antusias				
25	Guru antusias				
Total					
Persentase Ketuntasan (%)					

Keterangan penilaian 1 – 4:

- 1 = Tidak baik (tidak dilakukan sama sekali)
- 2 = Cukup baik (dilaksanakan tetapi tidak selesai)
- 3 = Baik (dilaksanakan tapi kurang tepat)
- 4 = Sangat baik (dilaksanakan, selesai, tepat, dan sistematis)

Lembar Penilaian RPP Pertemuan Pertama Siklus 2

No.	Aspek yang diamati	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Memastikan semua siswa siap mengikuti pelajaran				
2	Menyapa dan menanyakan keadaan siswa				
3	Menjelaskan tujuan pembelajaran pokok bahasan kalor				
4	Menjelaskan kepada siswa tentang model pembelajaran yang digunakan.				
5	Membimbing siswa dalam pembentukan kelompok				
6	Memberikan buku siswa dan LKS kepada masing-masing siswa.				
7	Menyajikan materi pengantar dan permasalahan kepada siswa				
8	Menjelaskan maksud daripada rumusan masalah yang ada pada LKS				
9	Meminta siswa mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan permasalahan secara lisan				
10	Menjelaskan cara menentukan hipotesis kepada siswa				
11	Menjelaskan cara menentukan variabel pada percobaan				
12	Meminta siswa mengurutkan langkah-langkah percobaan				
13	Membimbing siswa melakukan percobaan				
14	Membimbing siswa mengumpulkan data dan menganalisa data hasil percobaan				
15	Mengarahkan siswa untuk membuat kesimpulan dari hasil percobaan				
16	Memberikan kesempatan kepada siswa melalui perwakilan kelompok untuk mengkomunikasikan hasil percobaan				
17	Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menanyakan hasil pengamatan yang telah disampaikan oleh kelompok lain				
18	Mengomentari jalannya diskusi saat siswa mengkomunikasikan hasil pengamatannya				
19	Mereview materi secara keseluruhan dan membahas latihan soal bersama siswa				
20	Membuat kesimpulan dari materi yang telah dijelaskan				
21	Siswa diingatkan untuk belajar di rumah untuk persiapan evaluasi				
22	Mengucapkan salam dan mengakhiri pelajaran				
23	Pengelolaan waktu				
24	Siswa antusias				
25	Guru antusias				
Total					
Persentase Ketuntasan (%)					

Keterangan penilaian 1 – 4:

- 1 = Tidak baik (tidak dilakukan sama sekali)
- 2 = Cukup baik (dilaksanakan tetapi tidak selesai)
- 3 = Baik (dilaksanakan tapi kurang tepat)
- 4 = Sangat baik (dilaksanakan, selesai, tepat, dan sistematis)