

# HENY BUKU

*by - -*

---

**Submission date:** 22-Dec-2022 06:53PM (UTC-0800)

**Submission ID:** 1944334178

**File name:** HENY\_BUKU.pdf (3.83M)

**Word count:** 13257

**Character count:** 82724

# KALOR



# FISIKA SMP

Heny Ekawati H., M.Pd.

**Heny Ekawati Haryono, M.Pd**

# **KALOR**

Untuk SMP

**Kalor untuk SMP**

Copyright©2020 Heny Ekawati Haryono, M.P.d  
Allright reserved

Penulis: **41**  
**Heny Ekawati Haryono, M.Pd**

Desain:  
**Samsul Anam**

Layout:  
**Agus Panjuwinata**

**Cetakan Pertama, September 2020**

**41** ISBN:  
viii + 92 halaman: 14,8 x 21 cm

**41** Diterbitkan:  
**CV. Pustaka Ilalang Group**  
Jalan Raya Lamongan – Mantup 16 km  
Kedung Sari, Kembangbahu, Lamongan  
Jalan Airlangga No.3 Sukodadi  
Lamongan Jawa Timur – Indonesia  
Surel: [pustaka\\_ilalang@yahoo.co.id](mailto:pustaka_ilalang@yahoo.co.id)  
Narahubung: 081330501724

# “KALOR”

By: Heny Ekawati Haryono, M.Pd



## Kompetensi Dasar

13

- Menyadari kebesaran Tuhan yang mengatur karakteristik fenomena kalor.
- Menunjukkan sikap: rasa ingin tahu, teliti dan hati-hati, tekun dan tanggung jawab, dan terampil berkomunikasi.
- Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.

## Materi yang dipelajari

- 🔥 Kalor dan perubahan suhu zat
  - Definisi kalor
  - Faktor-faktor yang mempengaruhi kalor yang diterima suatu zat
  - Hubungan antara kapasitas kalor dengan massa dan jenis zat
  - Hubungan antara kalor dengan kenaikan suhu, massa dan jenis zat
- 🔥 Kalor dan perubahan wujud zat
  - Pengaruh kalor yang diberikan pada suatu zat
  - Persamaan kalor laten
- 🔥 Asas Black
  - Pengertian asas Black
  - Persamaan asas Black



## Kata Pengantar

Segala puji Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas semua karunia yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar Fisika Materi Kalor untuk SMA/MA ini sesuai rencana. Buku ini merupakan wujud partisipasi penulis dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa.

"Sesuatu yang sulit itu mudah, merupakan moto penulisan buku ini. Penulis bertekad untuk mengemas buku ini agar mudah untuk dipelajari dan mengasyikkan. Penulis menyajikan buku dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif yang bertujuan untuk mereduksi miskonsepsi materi kalor dengan menggunakan strategi konflik kognitif. Ini penting, agar siswa mudah mengikuti alur konsep yang harus dikuasai dan tidak menjenuhkan .

18 "Berkembang sesuai kecerdasan masing-masing siswa". Ini adalah moto kedua dari penulisan buku ajar ini. Penulis berharap dengan menggunakan buku ajar ini siswa dapat berkembang sesuai tingkat kecerdasan siswa. Karena pada kenyataannya tiap orang memiliki minat, bakat, dan kecerdasan yang berbeda. Buku ajar ini menekankan pada proses belajar yang bermakna dan ketercapaian untuk mereduksi miskonsepsi materi kalor dengan menggunakan strategi konflik kognitif.

**vii** Heny Ekawati Haryono, M.Pd

18

Penulis berharap buku ajar ini dapat bermanfaat dalam pembelajaran fisika. Kritik dan saran sangat penulis harapkan guna perbaikan buku ini. Selamat belajar dan semoga sukses.

Lamongan, Agustus 2002

Penulis



**DAFTAR ISI**

**Cover dalam** ..... **i**  
**Kata Pengantar** ..... **v**  
**Daftar Isi** ..... **vii**

**MATER 1**

A. Pengertian Kalor ..... 1  
B. Kalor sebagai Transfer Energi ..... 2  
C. Pengaruh Kalor pada Suhu Zat ..... 3  
D. Hukum Kekekalan Energi Kalor (Asas Black) ..... 9  
E. Kalor dapat Mengubah Wujud Zat ..... 15  
F. Diagram Perubahan Wujud Zat ..... 19  
G. Kalor Laten dan Perubahan wujud Zat ..... 21  
H. Kalor sebagai Transfer Energi ..... 28  
I. Perpindahan Kalor ..... 33  
Rangkuman ..... 43  
Daftar Pustaka ..... 44  
Glosarium ..... 45

**Lembar Kegiatan Siswa Kelas 1** ..... **52**

**Lembar Kegiatan Siswa Kelas 2** ..... **59**

**Lembar Kegiatan Siswa Kelas 3** ..... **65**

**Soal Kuis 1** ..... **70**

**Soal Kuis 2** ..... **71**

**viii** | Heny Ekawati Haryono, M.Pd

**Soal Kuis 3** .....72

**Bank Soal** .....73

## A. Pengertian Kalor



### Penting

- Kalor merupakan bentuk energi yaitu energi panas. Karena bentuk energi maka dalam sistem SI, kalor memiliki satuan Joule.
- Berarti dalam sistem SI, Kalor jenis dapat didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan 1 kg benda agar suhunya naik 1 K.

K
 etika sendok dingin dimasukkan ke dalam secangkir kopi panas, sendok menjadi hangat. Interaksi yang menyebabkan perubahan suhu ini pada dasarnya merupakan perpindahan energi dari suatu sistem ke sistem lain. Perpindahan energi yang terjadi karena perbedaan suhu disebut aliran kalor atau perpindahan kalor, dan energi yang dipindahkan berupa kalor. Dengan demikian **kalor** adalah energi panas yang mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Suhu merupakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu zat atau benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu zat disebut termometer.

## B. Kalor Sebagai Transfer Energi

32

Pada abad ke-18 para ilmuwan beranggapan aliran kalor sebagai gerakan zat fluida yang disebut kalori. Selanjutnya pada abad ke-19, ditemukan berbagai fenomena yang berhubungan dengan kalor, dapat dideskripsikan secara konsisten tanpa perlu menggunakan model fluida. Model yang baru ini memandang kalor berhubungan dengan kerja dan energi. Satuan kalor yang masih umum dipakai sampai saat ini yaitu kalori. Satu kalori didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Pendapat bahwa kalor berhubungan dengan energi dikerjakan lebih lanjut oleh sejumlah ilmuwan pada tahun 1800-an, terutama

oleh seorang ilmuwan dari Inggris, James Joule (1818 - 1889). Joule melakukan sejumlah percobaan yang penting untuk menetapkan pandangan bahwa kalor merupakan bentuk transfer energi.

Beban yang turun dengan kecepatan konstan menyebabkan roda pedal berputar. Karena beban bergerak dengan kecepatan konstan, berarti tidak ada perubahan energi kinetik tetapi terjadi penurunan energi potensial. Penurunan energi potensial ini menghasilkan energi kalor pada air, yang



Gambar 1  
James Prescott Joule  
(1818 - 1889).

James Joule (1818 - 1889), melakukan percobaan yang membuktikan bahwa apabila suatu bentuk energi diubah menjadi bentuk energi lain tidak ada energi yang musnah

$$4,186 \text{ J} = 1 \text{ kal}$$

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ kal}$$

$$4,186 \cdot 10^3 \text{ J} = 1 \text{ kkal}$$

diukur berdasarkan kenaikan suhu. Berdasarkan teori bahwa energi potensial yang hilang sama dengan energi kalor yang muncul, diperoleh nilai **tara mekanik kalor** yaitu ekivalensi energi mekanik dengan energi kalor. Secara kuantitatif, kerja 4,186 joule (J) ternyata ekuivalen dengan 1 kalori (kal) kalor. Nilai ini dikenal sebagai tara kalor mekanik.

### C. Pengaruh Kalor pada Suhu Zat

#### Aktiflah

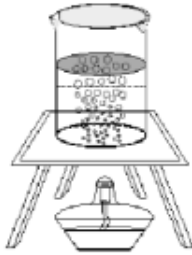
Setiap benda yang berubah suhunya maka wujudnya akan tetap. Sebaliknya saat wujudnya berubah suhunya pasti tetap. Coba kalian tentukan turun atau naiknya suhu es yang sedang mencair, mengapa demikian?

Pernahkah kalian mengamati sebuah besi yang diberi kalor, misalnya dibakar?. Besi tersebut akan menjadi lebih panas ini berarti suhunya naik. Contoh ini membuktikan bahwa kalor dapat mengubah suhu zat. Pengaruh ini sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. misalnya memanasi besi untuk melubangi kayu atau karet.

Apabila sejumlah kalor diberikan pada benda, maka suhu benda akan naik. Besar kalor ( $Q$ ) yang diperlukan untuk mengubah suhu suatu zat yang besarnya  $\Delta T$  sebanding dengan massa ( $m$ ) zat tersebut, sehingga dapat dirumuskan:

**Kalor jenis** adalah jumlah energi panas yang diperlukan oleh 1 kg bahan untuk menaikkan suhunya sebesar 1 kelvin. Setiap bahan memiliki kalor jenis yang berbeda. Satuan kalor jenis adalah joule per kilogram perkelvin [ $\text{J}/(\text{kgK})$ ], atau dalam joule per kilogram per celsius derajat [ $\text{J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$ ].

**Tabel 1. Kalor jenis (pada tekanan tetap 1 atm dan suhu 20°C)**



Gambar 2  
Kalor dapat menaikkan suhu air  
(Sumber : Handayani dan Ari, 2009:145)

Zat	Kalor Jenis (c)	
	kkal/kg°C	J/kg°C
Aluminium	0,22	900
Tembaga	0,093	390
Kaca	0,20	840
Besi atau baja	0,11	450
Timah hitam	0,031	130
Marmer	0,21	860
Perak	0,056	230
Kayu	0,4	1.700
Alkohol (etil)	0,58	2.400
Air raksa	0,033	140
Air		
Es (-5 °C)	0,50	2.100
Cair (15 °C)	1,00	4.186
Uap (110 °C)	0,48	2.010
Tubuh manusia (rata-rata)	0,83	3.470
Protein	0,4	1.700

13

Untuk suatu zat tertentu, misalnya zatnya berupa bejana kalorimeter ternyata akan lebih memudahkan jika faktor massa (m) dan kalor jenis (c) dinyatakan sebagai satu kesatuan. Faktor m dan c ini biasanya disebut **kapasitas kalor (C)**, yaitu banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1° C. Dapat dirumuskan:

$$C = m \cdot c$$

Sehingga:

$$Q = C \cdot \Delta T$$

**Keterangan:**

Q : kalor yang diterima atau kalor yang dilepas (J)

m : massa (kg)

Berdasarkan tabel 1, kalor jenis besi lebih besar daripada kalor jenis kayu. Tetapi mengapa pada malam hari besi terasa lebih dingin dan siang hari terasa panas dibandingkan kayu? Beri penjelasan dan argumentasi kalian terhadap peristiwa tersebut !



18

 $c$  : kalor jenis (J/(kg K)) $\Delta T$  : perubahan suhu (K) $C$  : kapasitas kalor (J/K)

### Aplikasi Sehari-Hari

Air digunakan sebagai cairan pengisi radiator mobil karena air memiliki kalor jenis yang besar. Ini berarti bahwa untuk massa dan kenaikan suhu yang sama, air dapat mengambil kalor yang lebih besar jika bersentuhan dengan benda yang suhunya lebih tinggi.



Gambar 3.

Air digunakan sebagai pengisi radiator mobil

### LAB MINI

#### Tujuan:

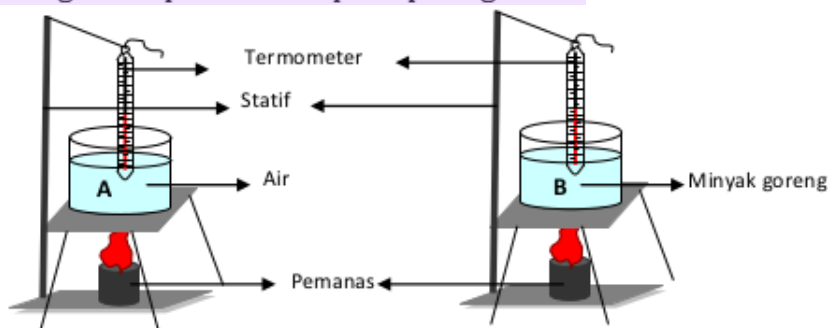
Siswa dapat menyelidiki dan melakukan percobaan berkaitan dengan kapasitas kalor suatu zat cair.

#### Alat dan bahan:

Termometer 100°C, Kaki tiga, Beaker glass berisi air (50 mL), Pembakar spirtus, Kawat kasa, Korek api, Beaker glass berisi minyak goreng (50 mL), Pencatat waktu, Statif.

#### Langkah Percobaan:

- Siapkan dua gelas kimia, masing-masing gelas diisi dengan 50 gram air dan 50 gram minyak goreng, kemudian ukurlah suhu awal air dan minyak goreng pada masing-masing gelas.
- Siapkan statif, kaki tiga, kasa, pembakar spirtus, termometer, pencatat waktu, dan korek api.
- Rangkailah peralatan seperti pada gambar.



- Nyalakan pembakar dan bersamaan dengan itu jalankan pencatatat waktu.
- Mengukur waktu pemanasan sampai perubahan suhu mencapai 10°C dan mencatatnya.





52  
**CONTOH SOAL**

Sebuah sendok perak yang massanya 32 g didinginkan dari 60 °C menjadi 20°C. Berapakah kalor yang dilepaskan oleh sendok itu?

Diketahui kalor jenis perak 230 J/(kg.K).

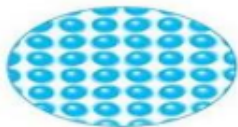
52

**Diketahui:**

$$m = 32 \text{ g} = 0,032 \text{ kg}$$

$$c \text{ perak} = 230 \text{ J}/(\text{kg.K}).$$

$$T_{\text{awal}} = 60 \text{ }^\circ\text{C} = 60 + 273 = 333 \text{ K}$$



$$20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$33 \text{ K} = -40 \text{ K}$$



$$\cdot - T_{\text{awal}}$$

$$30 \text{ J}/(\text{kg.K}) \cdot -40 \text{ K}$$

= - 294,4 J (tanda minus menunjukkan bahwa sendok melepas kalor)

Setelah memahami contoh di atas dapat kalian coba soal berikut.

Zat cair A bermassa 300 gr ingin dinaikkan suhunya sebesar 50°C dan zat cair B bermassa 200 gr ingin dinaikkan suhunya sebesar 25°C. Jika kedua zat cair itu sejenis maka berapakah perbandingan kalor yang dibutuhkan ?

Menurut teori kinetik, Suhu (dalam kelvin) merupakan ukuran energi kinetik rata-rata dari partikel zat. Makin besar energi kinetik rata-rata partikel suatu zat maka suhunya makin tinggi. Energi termal atau energi dalam mengacu pada energi total dari semua partikel pada suatu zat. Bila zat mendapat tambahan energi dalam, suhunya naik, sebaliknya bila kehilangan (melepaskan sebagian energi dalamnya, suhunya turun). Sedangkan transfer energi dalam dari zat yang satu ke zat yang lain disebut kalor. Dalam keadaan normal kalor mengalir dari zat yang suhunya lebih tinggi ke zat yang suhunya lebih rendah. Perpindahan kalor ditentukan oleh perbedaan suhu, bukan jumlah energi dalam.

Dalam kehidupan sehari-hari perbedaan perawat mengatakan bahwa panas badan pasiennya adalah  $39^{\circ}\text{C}$ . Panas yang dimaksud adalah suhu (temperature). Akan tetapi, jika seseorang mengatakan



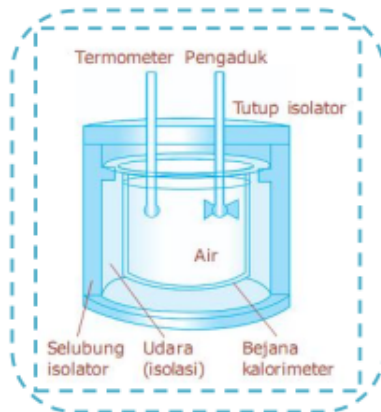
**Gambar 1.3**  
Air yang sedang dipanaskan dengan kompor

panas sekali, dingin sekali, semakin panas, lebih panas, kurang panas, maka yang dimaksud adalah derajat panas atau tingkat panas (hotness) atau dinginnya (coldness) suatu benda. Apabila seseorang siswa mengatakan bahwa air dalam panas panci (gambar 1.3) yang sedang di-  
jerang menggunakan kompor

mendapat panas dari kompor, maka yang dimaksud adalah kalor (heat). Sedangkan apabila menyatakan jumlah panas yang dikandung oleh segelas air, yang dimaksud adalah energi termal atau energi dalam.

*Apabila anda memanaskan air dalam panci dengan kompor gas atau kompor sumbu biasa, maka air dalam panci mengalami kenaikan suhu secara perlahan dan pada akhirnya mendidih. Mengapa hal ini bisa terjadi?*

## D. Hukum Kekekalan Energi Kalor (Asas Black)



**Gambar 4**

Kalorimeter sederhana

Sumber: Giancoli 2001

63

Sesuai dengan hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk energi lain. Percobaan yang dilakukan oleh **James Prescott Joule** menunjukkan hubungan antara energi mekanik dan energi kalor. Dari hasil percobaan tersebut, Joule mendapat-

kan kesetaraan kalor mekanik, yaitu  $1 \text{ kalori} = 4,186 \text{ joule}$  dan sering dibulatkan  $1 \text{ kal} = 4,2 \text{ J}$ .

Prinsip kerja kalorimeter didasarkan pengamatan James Prescott Joule, seorang ilmuwan Inggris dikenal dengan Asas Black yang dinyatakan sebagai berikut:

Pernahkan kalian membuat teh manis dan terlalu panas? untuk mendinginkan kalian tambah es kedalam teh tersebut.

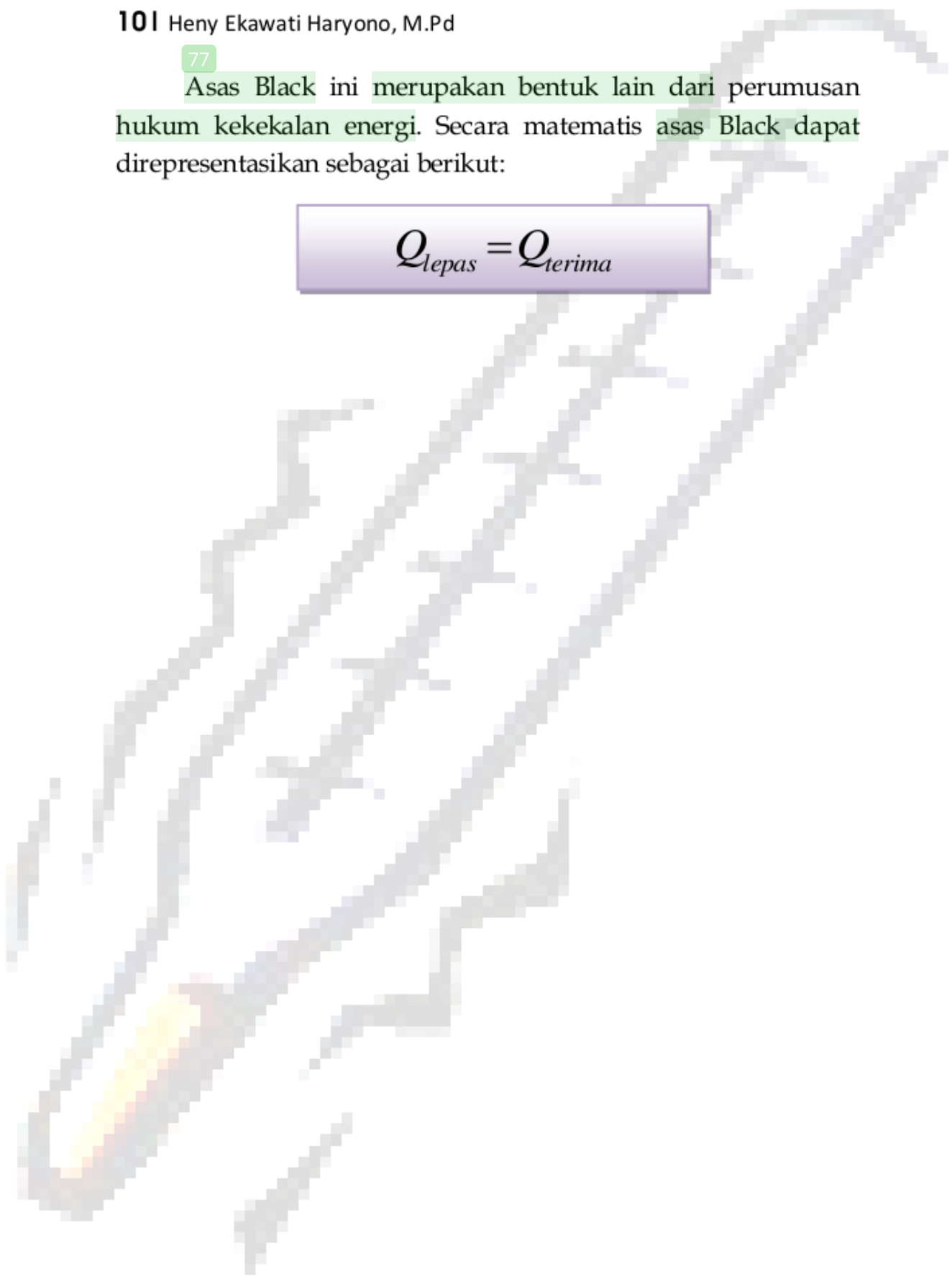
- a. Jika dua benda yang mempunyai suhu berbeda didekatkan sehingga terjadi kontak termis, maka zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan kalor yang sama banyaknya dengan kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah sehingga suhu akhir kedua benda setelah kesetimbangan termis tercapai adalah sama.
- b. Jumlah kalor yang diterima = jumlah kalor yang diberikan.

101 Heny Ekawati Haryono, M.Pd

77

Asas Black ini merupakan bentuk lain dari perumusan hukum kekekalan energi. Secara matematis asas Black dapat direpresentasikan sebagai berikut:

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





## LAB MINI

**Tujuan:** Siswa dapat menyelidiki pengaruh jumlah kalor yang di terima atau di lepaskan terhadap suhu suatu benda dengan menggunakan kalorimeter

**Alat dan Bahan:**

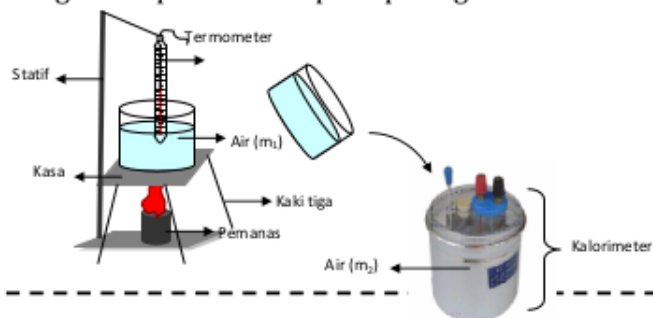
Kalorimeter                      Termometer 100°C,                      Pembakar spirtus,

Beaker glass (250ml)              Beaker glass (50ml)              Neraca      Ohaus

Kaki tiga              Kawat kasa                      Korek api  
Air

**Langkah-langkah Percobaan**

- 1) Memasukkan air yang telah ditimbang massanya ( $m_2$ ) ke dalam kalorimeter, kemudian suhunya diukur ( $t_2$ ).
- 2) Memanaskan sejumlah air yang telah ditimbang bermassa  $m_2$  ke dalam gelas kimia sampai suhunya  $t_1 > t_2$ .
- 3) Menuangkan air yang telah dipanaskan tersebut ke dalam kalorimeter yang telah berisi air lebih dingin dengan cepat.
- 4) Mengaduk pelan-pelan sampai diperoleh suhu yang tidak berubah lagi (tetap), suhu yang tetap tersebut adalah suhu akhir atau suhu kesetimbangan ( $t_3$ ).
- 5) Mencatat hasil percobaan ke dalam table.
- 6) Mengulangi percobaan tersebut sebanyak tiga kali dengan variasi suhu ( $t_1$ ) yang berbeda.
- 7) Rangkailah peralatan seperti pada gambar.





Gambar 5  
Ketika kamu berenang di siang hari, kamu akan merasakan perbedaan suhu antara air dan udara.

5

Persamaan tersebut berlaku pada pertukaran kalor, yang selanjutnya disebut Asas Black. Hal ini sebagai penghargaan bagi seorang ilmuwan dari Inggris bernama Joseph Black (1728 - 1799).

## T o k o h

Joseph Black  
(1728 - 1799)



Sumber: Jendela Iptek, Energi

Joseph Black adalah seorang ilmuwan dari Skotlandia. Dia menyatakan bahwa es dapat mencair tanpa berubah suhunya. Hal ini berarti bahwa es dapat menyerap panas dan menggunakan energi panas tersebut untuk mengubah bentuknya menjadi cair. Ia juga menemukan bahwa kejadian yang sama akan terjadi saat air berubah menjadi uap air.

Energi yang diserap oleh suatu bahan untuk berubah dari padat menjadi cair disebut *kalor laten peleburan*, sedangkan saat benda cair berubah menjadi gas disebut *kalor laten penguapan*. Black juga menyatakan bahwa sejumlah substansi yang berbeda akan membutuhkan sejumlah energi panas yang berbeda pula untuk menentukan suhunya dengan kenaikan yang sama.

(Dikutip seperlunya dari 100 Ilmuwan, John Hudson Tiner, 2005)

## Uji Pengetahuan



Have you ever jumped a swimming pool or lake on a hot summer day and found the water surprisingly cold?

*Selesaikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar, jujur dan teliti.*

1. Jelaskan hukum kekekalan energi dalam bentuk kalor?
2. Jelaskan mengenai asas Black?
3. Jelaskan fungsi dari kalorimeter?
4. Pada sebuah gelas terdapat air kopi sebanyak 60 mL dengan suhu 80 °C. Kemudian ditambahkan air kopi sebanyak 40 mL bersuhu 5°C. Jika kalor jenis air kopi sebesar  $c$ , tentukanlah suhu campuran air kopi?

Pencampuran dua benda atau lebih yang menggunakan asas black dalam menganalisanya sangat berkaitan dengan perubahan suhu dan perubahan wujud. Jika dalam proses pencampuran terjadi perubahan wujud maka perlu perhatian yang khusus. Cermati contoh berikut untuk lebih memahaminya.

2

### CONTOH SOAL

Jika air  $200 \text{ cm}^3$  pada suhu  $95^\circ\text{C}$  dituangkan ke dalam gelas kaca  $150 \text{ g}$  pada suhu  $25^\circ\text{C}$ , berapa suhu akhir ( $T$ ) dari campuran ketika dicapai kesetimbangan, dengan menganggap tidak ada kalor yang mengalir ke sekitarnya?

*Penyelesaian:*

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

$$c_{\text{kaca}} = 840 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$V = 200 \text{ cm}^3 = 200 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = (1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(200 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3) = 0,20 \text{ kg}$$

Dengan menerapkan Hukum Kekekalan Energi, maka:  
kalor yang hilang dari air = kalor yang diterima gelas kaca

$$2 \quad m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} (95^\circ\text{C} - T) = m_{\text{gelas}} \cdot c_{\text{gelas}} (T - 25^\circ\text{C})$$

di mana  $T$  adalah temperatur yang masih belum diketahui.

$$(0,20 \text{ kg})(4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(95^\circ\text{C} - T) = (0,15 \text{ kg})(840 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(T - 25^\circ\text{C})$$

$$79.534 \text{ J} - (837,2)T = (126)T - 3.150 \text{ J}$$

$$T = 85^\circ\text{C}$$

Air berkurang suhunya sebesar  $10^\circ\text{C}$  dalam mencapai kesetimbangan dengan gelas.

Setelah memahami contoh di atas dapat kalian coba soal berikut.

Ke dalam sebuah bejana yang berisi air  $4^\circ\text{C}$  di celupkan besi  $2000 \text{ gram}$ , suhu  $90^\circ\text{C}$ . Jika massa air  $300 \text{ gram}$  dan kalor jenis  $= 0,10 \text{ kal/gram}^\circ\text{C}$ , maka tentukan suhu kesetimbangannya !

8



## E. Kalor dapat Mengubah Wujud Zat



Gambar 6  
Es cream

Pernahkah kalian membeli es cream? Ketika kalian bawa kerumah lama-kelamaan es cream akan mencair? Mengapa?

Apabila kalor diberikan pada suatu zat saat tekanan konstan, maka kalor tersebut akan digunakan untuk menaikkan temperatur zat, tetapi pada keadaan tertentu temperatur zat tersebut tidak mengalami perubahan, tetapi kalor tersebut digunakan untuk mengubah wujud zat.

Perubahan dari wujud padat menjadi wujud zat cair disebut **melebur** atau **meleleh**. Contohnya mentega berubah menjadi minyak ketika dimasukkan ke dalam penggorengan yang panas.

Perubahan dari wujud cair menjadi wujud padat disebut **membeku**. Contohnya, air menjadi es dalam lemari es dan coran besi yang dimasukkan ke dalam cetakan menjadi keras.

Perubahan dari wujud cair menjadi wujud gas disebut **menguap**. Contohnya, air menjadi uap air dan spirtus menjadi gas.

Perubahan dari wujud gas menjadi wujud cair disebut **mengembun**. Contohnya, embun di pagi hari terbentuk karena perubahan dari uap air di udara.

Perubahan dari wujud padat menjadi wujud gas ataupun



sebaliknya disebut **menyublim**.

Contohnya, penguapan kapur barus dan penguapan pengharum ruangan, serta perubahan uap air menjadi salju pada suhu yang sangat dingin.

1) Perubahan wujud padat menjadi cair dan sebaliknya

Apabila zat padat dipanaskan, maka suhu zat padat tersebut akan naik. Kenaikan suhu pada zat padat menyebabkan getaran molekul, atom, dan ionnya menjadi lebih cepat. Akibatnya molekul, atom, dan ion zat padat tersebut bergerak lebih bebas, sehingga jarak antar molekul zat semakin lemah, sehingga molekul-molekul zat mudah terpisah antar satu dengan yang lain. Pada keadaan itu, zat tersebut berubah menjadi cair.

Pernahkan kamu membayangkan dari mana balok es berasal? disiang hari kamu dapat menggunakannya untuk minum? bagaimana cara membuatnya?

40 Pada lilin yang sedang menyala, bagian lilin dibawah api akan mencair dan mengalir ke bawah melalui batang lilin, sebelum sampai ke dasar lilin, bagian lilin yang mencair tersebut membeku kembali dan menempel pada batang lilin yang masih padat. Hal ini menunjukkan bahwa zat padat menjadi cair bila dipanaskan,

sebaliknya zat cair menjadi padat bila didinginkan.

14

## 2) Peristiwa perubahan wujud dari cair menjadi padat

Zat cair yang suhunya diturunkan menyebabkan getaran moleku-molekulnya menjadi lebih lambat, jarak antar molekul menjadi lebih dekat, dan gaya tarik antar molekul menjadi lebih kuat sehingga zat cair berubah wujud menjadi zat padat. Pada keadaan padat, molekul-molekul zat padat menjadi sulit dipisahkan. Zat cair dapat berubah menjadi zat padat apabila suhunya diturunkan di bawah titik bekunya. Titik beku adalah suhu pada saat suatu zat membeku.



*Gambar 7  
Membuat esbatu di  
frezer*

10

## 3) Perubahan wujud cair menjadi gas dan sebaliknya

Pada saat zat cair dipanaskan, maka jarak antar molekul zat cair menjadi lebih renggang, dan gerakan molekul-molekul zat cair menjadi lebih cepat, akibatnya energi kinetik (energi gerak) molekul-molekul zat cair tersebut menjadi lebih besar. Apabila energi kinetik molekul-molekul zat cair ini lebih besar dari pada gaya tarik antar molekul zat cair, maka molekul-molekul zat cair akan terlepas dari kelompoknya. Pada saat itulah terjadi penguapan.



*Gambar 8  
Kopi panas didalam  
cangkir*

Benda cair akan menjadi gas bila dipanaskan, sebaliknya gas akan menjadi cair apabila didinginkan. Peristiwa perubahan wujud cair menjadi gas dan sebaliknya, dapat kita amati pada penguapan

air laut. Energi panas matahari menyebabkan air laut menguap ke udara. Di udara, uap air menjadi titik-titik air yang selanjutnya menjadi hujan.



Gambar 9  
Embun air di gelas

1  
4) **Peristiwa perubahan wujud dari gas menjadi cair**

Pada saat suhu gas menurun, maka gerakan molekul-molekul gas menjadi lambat sehingga energi kinetiknya menjadi lebih kecil. Akibatnya jarak antar molekul menjadi lebih dekat dan gaya tarik antar molekul menjadi lebih kuat. Pada saat ini gas berubah wujudnya menjadi cair. Peristiwa ini disebut dengan kondensasi atau mengembun.

Pernakah kalian memasak air dengan posisi panci dibuka, apakah airnya berkurang? Kemanakah airnya menghilang?

27  
5) **Perubahan wujud padat menjadi gas dan sebaliknya**



Gambar 10  
Kapur Barus

Benda wujud padat bisa berubah menjadi gas pada suhu kamar tanpa melalui wujud cair terlebih dahulu. Contoh : kapur barus, dan sebaliknya, gas atau uap dapat langsung didinginkan menjadi padat tanpa mengalami wujud cair terlebih dahulu.

## 17 F. Diagram Perubahan Wujud Zat

Sebagaimana telah diketahui bahwa zat dapat mempunyai beberapa tingkat wujud. Dalam pembahasan ini akan ditinjau tiga tingkat wujud saja, yaitu padat, cair dan gas. Air dapat berubah bentuk dalam tiga wujud, yaitu di bawah  $0^{\circ}\text{C}$  air berwujud padat atau es, antara  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  berwujud cair atau air, dan di atas  $100^{\circ}\text{C}$  pada tekanan atmosfer berwujud gas atau uap air. Dalam perubahan dari wujud yang satu ke wujud yang lain disertai penyerapan panas atau pelepasan panas/ kalor, dan biasanya juga diikuti perubahan volume.

Pernahkah kamu membayangkan tentang wujud suatu zat? Mengapa dapat berubah ke bentuk lain?

Perubahan wujud zat ini juga disebut "perubahan fase." Perubahan dari fase tertentu ke fase yang lain, masing-masing dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 11

Diagram Perubahan Wujud zat (Sumber: Sumarsono, 2009:146)

Keterangan:

- 24 ☺ mencair adalah perubahan wujud dari padat ke cair
- ☺ menguap adalah perubahan wujud dari cair ke gas.
- ☺ menyublim adalah perubahan wujud dari gas ke padat
- ☺ menyublim adalah perubahan wujud dari padat ke gas.
- ☺ mengembun adalah perubahan wujud dari gas ke cair.
- ☺ membeku adalah perubahan wujud dari cair ke padat.

28 Kalor dapat mengubah wujud zat. Misalnya, es (zat padat) yang dipanaskan (diberi kalor) akan berubah wujudnya menjadi air (zat cair). Demikian pula sebaliknya, air (zat cair) yang didinginkan dalam batas tertentu akan berubah wujud menjadi es (zat padat). Diagram perubahan wujud benda dapat diamati pada gambar diatas.

28 Pada umumnya, suhu zat akan naik jika menerima kalor dan akan turun jika melepaskan kalor. Namun, ada suatu kondisi di saat kalor yang diterima suatu zat bukan lagi digunakan untuk menaikkan suhu zat itu, melainkan untuk mengubah wujudnya. Demikian pula, ada suatu kondisi di saat kalor yang dilepaskan



0 detik



5 detik



20 detik



30 detik

**Gambar 12**  
*Perubahan wujud dari padat ke cair*

suatu zat bukan lagi digunakan untuk menurunkan suhu zat itu, melainkan untuk mengubah wujudnya.



33

## G. Kalor Laten dan Perubahan Wujud Zat

Ketika suatu zat berubah wujud dari padat ke cair, atau dari cair ke gas, sejumlah energi terlibat pada perubahan wujud zat tersebut. Kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kg zat dari padat menjadi cair disebut **kalor lebur** ( $L_B$ ), besarnya kalor lebur suatu zat sama dengan kalor bekunya. Kalor yang dibutuhkan untuk mengubah suatu zat dari wujud cair menjadi uap disebut **kalor penguapan** ( $L_U$ ), besarnya kalor penguapan suatu zat sama dengan kalor pengembunannya. Kalor yang diberikan ke suatu zat untuk perubahan wujud disebut **kalor laten**. Besar kalor lebur dan kalor penguapan untuk berbagai zat dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kalor laten (pada tekanan tetap 1 atm)**

Zat	Titik Lebur ( $^{\circ}C$ )	Kalor Lebur		Titik Didih ( $^{\circ}C$ )	Kalor Penguapan	
		Kkal/kg	J/kg		Kkal/kg	J/kg
Oksigen	-218,8	3,3	$0,14 \cdot 10^5$	-183,0	51	2,10
Nitrogen	-210,0	6,1	$0,26 \cdot 10^5$	-195,8	48	$10^{-5}$
Etil alkohol	-114,0	25,0	$1,04 \cdot 10^5$	78,0	204	2,00
Amonia	-77,8	8,0	$0,33 \cdot 10^5$	-33,4	33	$10^{-5}$
Air	0,0	79,7	$3,33 \cdot 10^5$	100	539	8,50
Timah hitam	327,0	5,9	$0,25 \cdot 10^5$	1.750	208	$10^{-5}$
Perak	961,0	21,0	$0,88 \cdot 10^5$	2.193	558	1,37
Besi	1.808	69,1	$2,89 \cdot 10^5$	3.023	1.520	$10^{-5}$
Tungsten	3.410	44,0	$1,84 \cdot 10^5$	5.900	1.150	22,60
						$10^{-5}$
						8,70
						$10^{-5}$
						23,00
						$10^{-5}$
						63,40
						$10^{-5}$



Sumber: Sumarsono, 2009:153)

**Penting**

- Sesuai dengan kalor jenis dalam sistem SI, Kalor laten dapat didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk mengubah wujud 1 kg zat.
- Kalor Jenis air :  
10  $1 \text{ kal/gr } ^\circ\text{C} = 4.200 \text{ Joule/KgK}$
- Kalor Lebur es:  
 $80 \text{ kal/gr} = 3,36.10^5 \text{ J/Kg}$

5

Kalor yang terlibat dalam perubahan wujud tidak hanya bergantung pada kalor laten, tetapi juga pada massa total zat tersebut.

Keterangan:

34  $Q = m \cdot L$

Q = kalor yang diserap atau dilepas (J)

m = massa zat (kg)

L = kalor laten (J/kg)





**CONTOH SOAL**

Berapakah kalor yang diperlukan untuk meleburkan 5 kg es, jika kalor lebur es tersebut 333000 J/kg?

**Diketahui:**

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

Kalor lebur es,  $L_{es} = 333000 \text{ J/kg} = 3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$

**Ditanya:**

Kalor yang diperlukan (Q)

**Jawab:**

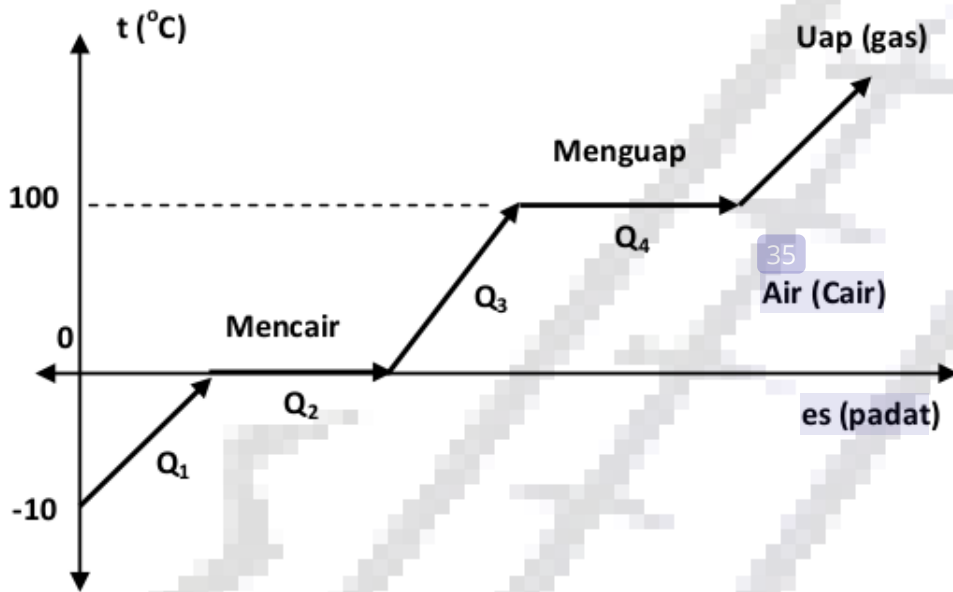
$$Q = m L$$

$$= (5 \text{ kg}) (3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg})$$

$$= 16,65 \cdot 10^5 \text{ J} = 1,665 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Jadi, es tersebut memerlukan kalor sebesar  $1,665 \cdot 10^6 \text{ J}$  agar melebur pada titik leburnya.

Berikut adalah Grafik Q - t



Gambar 6  
Grafik Q - t perubahan pada air karena menyerap kalor

Pada Gambar 6, terlihat bahwa air mengalami tiga kali perubahan suhu dan dua kali perubahan wujud. Pada saat mencair ( $Q_2$ ) dan menguap ( $Q_4$ ) kalor yang dibutuhkan dihitung dengan persamaan



$Q_2 = m L$ . Kalor  $Q_1$ ,  $Q_3$  dan  $Q_5$  dihitung dengan menggunakan persamaan  $Q = m c \Delta t$ .



### CONTOH SOAL

2  
20 g es bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm diberi kalor hingga menjadi air bersuhu  $80^{\circ}\text{C}$ . Kalor jenis air  $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es  $79,7 \text{ kal/g}$ . Berapakah kalor yang diberikan pada es tersebut?

**Diketahui:**

Massa es ( $m_{\text{es}}$ ) = 20 gram =  $2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$

Suhu es ( $T_{\text{es}}$ ) =  $-5^{\circ}\text{C}$

Suhu air ( $T_{\text{air}}$ ) =  $80^{\circ}\text{C}$

Kalor jenis air ( $c_{\text{air}}$ ) =  $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$

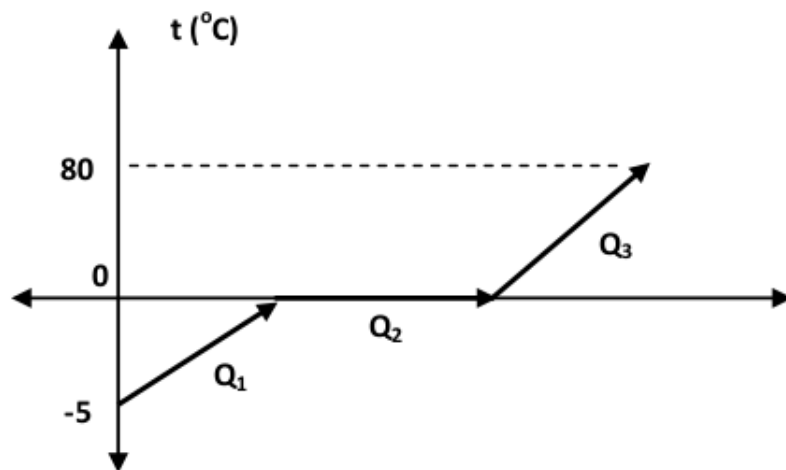
Kalor jenis es ( $c_{\text{es}}$ ) =  $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$

Kalor lebur es ( $L_{\text{es}}$ ) =  $79,7 \text{ kal/g}$

**Ditanya:**

Kalor yang diberikan ( $Q$ ) = ?

**Jawab:**



Kalor yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= m_s c_s \Delta t_s + m L + m_a c_a \Delta t_a \\ &= 20 \cdot 0,5 \cdot (5) + 20 \cdot 79,7 + 20 \cdot 1 \cdot (80) \\ &= 50 + 1594 + 1600 = 3244 \text{ kal} \end{aligned}$$



**LAB MINI**



12

➤ **Tujuan :** Perubahan wujud zat

➤ **Alat dan Bahan :**

Termometer 100<sup>o</sup>C

Kaki tiga Beaker glass berisi es

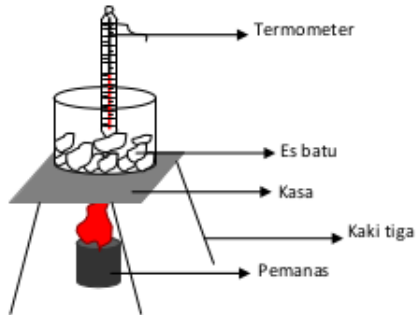
Kawat kasa

Stopwatch

Statif, 1 buah

➤ **Langkah-langkah percobaan :**

- a. Memasukkan bongkahan es batu ke dalam bejana, dan mengukur suhu es batu tersebut.
- b. Membiarkan es batu tersebut secara terus - menerus sampai es mencair, menekan stopwatch bersamaan.
- c. Mengamati perubahan es batu sampai menjadi air, mengukur suhu dan waktu ketika terjadi perubahan wujud zat atau perubahan suhu.
- d. Rangkailah peralatan seperti pada gambar.



➤ **Hasil Pengamatan**

No.	Waktu Pemanasan (menit)	Wujud Zat	Suhu Zat
1.	....	....	....
2.	....	....	....
3.	....	....	....
4.	....	....	....
5.	....	....	....

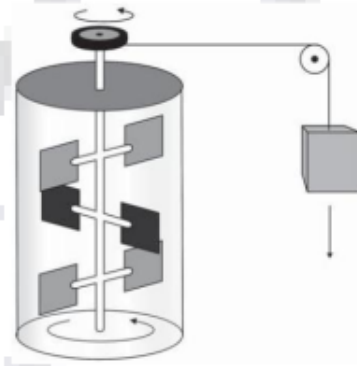
Suhu ruang : .....

Tekanan ruang : .....

## H. Kalor Sebagai Transfer Energi

Kalor mengalir dengan sendirinya dari suatu benda yang suhunya lebih tinggi ke benda lain dengan suhu yang lebih rendah. Pada abad ke-18 diilustrasikan aliran kalor sebagai gerakan zat fluida yang disebut *kalori*.

Bagaimanapun, fluida kalori tidak pernah dideteksi. Selanjutnya pada abad ke-19, ditemukan berbagai fenomena yang berhubungan dengan kalor, dapat dideskripsikan secara konsisten tanpa perlu menggunakan model fluida. Model yang baru ini memandang kalor berhubungan dengan kerja dan energi.



Gambar 6.16  
Percobaan Joule

Satuan kalor yang masih umum dipakai sampai saat ini yaitu *kalori*. Satu kalori didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Terkadang satuan yang digunakan adalah **kilokalori** (kcal) karena dalam jumlah yang lebih besar, di mana  $1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ kalori}$ . Satu kilokalori (1 kcal) adalah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .

Pendapat bahwa kalor berhubungan dengan energi dikerjakan lebih lanjut oleh sejumlah ilmuwan pada tahun 1800-an, terutama oleh seorang ilmuwan dari Inggris, James Prescott Joule (1818 - 1889). Joule melakukan sejumlah percobaan yang penting untuk menetapkan pandangan bahwa kalor merupakan bentuk transfer energi. Salah satu bentuk percobaan Joule ditunjukkan secara sederhana seperti pada Gambar 6.16. Beban yang jatuh menyebabkan roda pedal berputar. Gesekan antara air dan roda

pedal menyebabkan suhu air naik sedikit (yang sebenarnya hampir tidak terukur oleh Joule). Kenaikan suhu yang sama juga bisa diperoleh dengan memanaskan air di atas kompor. Joule menentukan bahwa sejumlah kerja tertentu yang dilakukan selalu ekuivalen dengan sejumlah masukan kalor tertentu. Secara kuantitatif, kerja 4,186 joule (J) ternyata ekuivalen dengan 1 kalori (kal) kalor. Nilai ini dikenal sebagai **tara kalor mekanik**.

$$4,186 \text{ J} = 1 \text{ kal}$$

$$4,186 \times 10^3 \text{ J} = 1 \text{ kkal}$$

### 1. Kalor Jenis ( $c$ ) dan Kapasitas Kalor ( $C$ )

Apabila sejumlah kalor diberikan pada suatu benda, maka suhu benda itu akan naik. Kemudian yang menjadi pertanyaan, seberapa besar kenaikan suhu suatu benda tersebut? Pada abad ke-18, sejumlah ilmuwan melakukan percobaan dan menemukan bahwa besar kalor  $Q$  yang diperlukan untuk mengubah suhu suatu zat yang besarnya  $T$  sebanding dengan massa  $m$  zat tersebut.

Pernyataan tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$Q = m \cdot c \cdot T \dots\dots\dots 6.18$$

dengan

$Q$  = banyaknya kalor yang diperlukan (J)  $m$  = massa suatu zat yang diberi kalor (kg)

$c$  = kalor jenis zat (J/kg°C)

$T$  = kenaikan/perubahan suhu zat (°C)

Dari persamaan (6.18) tersebut,  $c$  adalah besaran karakteristik dari zat yang disebut **kalor jenis zat**. Kalor jenis suatu zat dinyatakan dalam satuan J/kg°C (satuan SI yang sesuai) atau kkal/kg°C. Untuk air pada suhu

15 °C dan tekanan tetap 1 atm,  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kkal/kg°C} =$

$$4,19 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}.$$

Tabel 6.2 memperlihatkan besar kalor jenis untuk beberapa zat pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Sampai batas tertentu, nilai kalor jenis ( $c$ ) bergantung pada suhu (sebagaimana bergantung sedikit pada tekanan), tetapi untuk suatu zat tertentu, misalnya zatnya berupa bejana kalorimeter ternyata akan lebih memudahkan jika faktor massa ( $m$ ) dan kalor jenis ( $c$ ) dinyatakan sebagai satu kesatuan. Faktor  $m$  dan  $c$  ini biasanya disebut **kapasitas kalor**, yaitu banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar  $1^\circ\text{C}$ .

## 2. Hukum Kekekalan Energi Kalor (Asas Black)

Apabila dua zat atau lebih mempunyai suhu yang berbeda dan terisolasi dalam suatu sistem, maka kalor akan mengalir dari zat yang suhunya lebih tinggi ke zat yang suhunya lebih rendah. Dalam hal ini, kekekalan energi memainkan peranan penting. Sejumlah kalor yang hilang dari zat yang bersuhu tinggi sama dengan kalor yang didapat oleh zat yang suhunya lebih rendah.

Hal tersebut dapat dinyatakan sebagai *Hukum Kekekalan Energi Kalor*, yang berbunyi:

$$\begin{array}{l} \text{Kalor yang dilepas} = \text{kalor yang diserap} \\ Q_L = Q_S \end{array}$$

Persamaan tersebut berlaku pada pertukaran kalor, yang selanjutnya disebut **Asas Black**. Hal ini sebagai penghargaan bagi seorang ilmuwan dari Inggris bernama Joseph Black (1728 - 1799).



### Contoh Soal

Jika teh  $200 \text{ cm}^3$  pada suhu  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  dituangkan ke dalam cangkir gelas  $150 \text{ g}$  pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , berapa suhu akhir ( $T$ ) dari campuran ketika dicapai kesetimbangan, dengan mengangap tidak ada kalor yang mengalir ke sekitarnya?

*Penyelesaian:*

Teh sebagian besar berupa air, maka dari Tabel 6.2, memiliki kalor jenis ( $C$ )  $4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ .

$$V = 200 \text{ cm}^3 = 200 \times 10^{-6} \text{ m}^3,$$

$$\text{massa, } m = \rho \cdot V = (1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(200 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = 0,20 \text{ kg}$$

Dengan menerapkan Hukum Kekekalan Energi, maka:

kalor yang hilang dari teh = kalor yang diterima cangkir

$$m_{\text{teh}} c_{\text{te}} (95 \text{ }^\circ\text{C} - T) = m_{\text{cangkir}} c_{\text{cangkir}} (T - 25 \text{ }^\circ\text{C})$$

di mana  $T$  adalah temperatur yang masih belum diketahui.

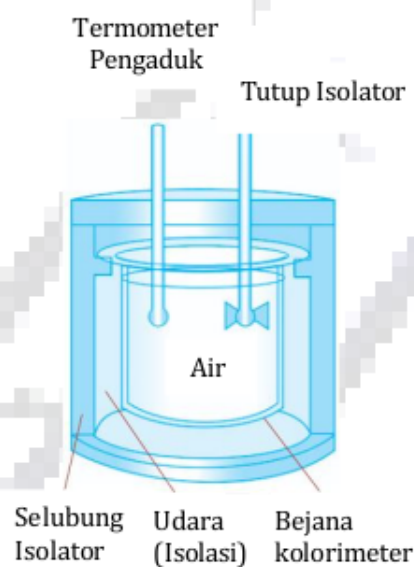
$$(0,20 \text{ kg})(4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(95^\circ\text{C} - T) = (0,15 \text{ kg})(840 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(T - 25^\circ\text{C})$$

$$79.534 \text{ J} - (837,2)T = (126)T - 3.150 \text{ J}$$

$$T = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teh berkurang suhunya sebesar  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  dalam mencapai keseimbangan dengan cangkir.

Pertukaran energi kalor merupakan dasar teknik yang dikenal dengan nama **kalorimetri**, yang merupakan pengukuran kuantitatif dari pertukaran kalor. Untuk melakukan pengukuran kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat digunakan **kalorimeter**. Gambar 6.17 menunjukkan skema kalorimeter air sederhana. Salah satu kegunaan yang penting dari kalorimeter adalah dalam penentuan kalor jenis suatu zat. Pada teknik yang dikenal sebagai “metode campuran,” satu sampel zat dipanaskan sampai temperatur tinggi yang diukur dengan akurat, dan dengan cepat ditempatkan pada air dingin kalorimeter. Kalor yang hilang pada sampel tersebut akan diterima oleh air dan kalorimeter. Dengan mengukur suhu akhir campuran tersebut, maka dapat dihitung kalor jenis zat tersebut.



**Gambar 6.17** Kolori meter air sederhana

## I. Perpindahan Kalor

Kalor berpindah dari satu tempat atau benda ke tempat atau benda lainnya dengan tiga cara, yaitu konduksi (hantaran), konveksi (aliran), dan radiasi (pancaran).

### 1. Konduksi (Hantaran)



4

Sumber: Dokumen Zenerbit, 2006

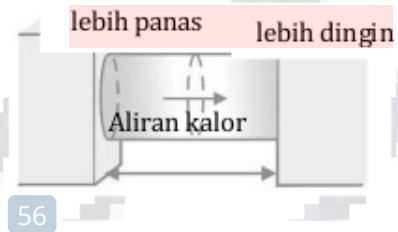
Gambar 6.19 Sendok logam di dalam secangkir kopi panas akan ikut panas.

5 dengan sumber panas. Dalam hal ini kita katakan bahwa kalor dihantarkan dari ujung yang panas ke ujung lain yang lebih dingin.

Konduksi atau hantaran kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul ditempat itu bergerak lebih cepat. Sementara itu, tumbukan dengan molekul-molekul yang langsung berdekatan lebih lambat, mereka mentransfer sebagian energy mereka dengan molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini kemudian juga mentransfer sebagian energi mereka dengan molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut. Dengan demikian, energi gerak termal ditransfer oleh tumbukan molekul sepanjang benda. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya konduksi. Berdasarkan eksperimen, menunjukkan bahwa

kecepatan hantaran kalor melalui benda yang se-bandung dengan perbedaan suhu antara ujung-ujungnya.

Kecepatan hantaran kalor juga bergantung pada ukuran dan bentuk benda. Untuk mengetahui secara kuantitatif, perhatikan hantaran kalor melalui sebuah benda uniform tampak seperti pada Gambar 6.20.



Gambar 6.20 Konduksi atau hantaran kalor antara daerah dengan temperatur  $T_1$  dan  $T_2$ .

Besarnya kalor  $Q$  tiap selang waktu tertentu di-rumuskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{t} = kA \frac{T_1 - T_2}{L} \text{ atau } \frac{Q}{t} = \frac{kA \cdot T}{l}$$

dengan:

- $Q$  = kalor yang dihantarkan (J)
- $A$  = luas penampang lintang benda ( $m^2$ )
- $T$  =  $T_1 - T_2$  = beda suhu antara kedua ujung benda ( $^{\circ}C$ )
- $l$  = jarak antara kedua bagian benda yang berbeda suhunya (m)
- $t$  = selang waktu yang diperlukan (s)
- $k$  = konstanta pembanding/konduktivitas termal zat ( $J/s.m.^{\circ}C$ )



5

Gambar 6.21 peralatan masak memanfaatkan isolasi untuk pengangannya.

Konduktivitas termal ( $k$ ) berbagai zat ditunjukkan seperti pada Tabel 6.4. Suatu zat yang memiliki konduktivitas termal ( $k$ ) besar, menghantarkan kalor dengan cepat dan dinamakan **konduktor** yang baik.

5

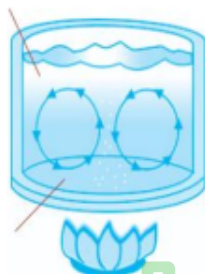
Umumnya logam masuk dalam kategori ini, walaupun ada variasi yang besar antara logam-logam tersebut seperti diperlihatkan pada Tabel 6.4.

Suatu zat yang memiliki konduktivitas termal ( $k$ ) kecil, seperti fiberglass, polyurethane, dan bulu merupakan penghantar kalor yang buruk yang disebut **isolator**.

## 2. Konveksi Aliran

Zat cair dan gas umumnya bukan penghantar kalor yang sangat baik. Meskipun demikian keduanya dapat mentransfer kalor cukup cepat dengan **konveksi**.

Air yang lebih dingin



Air yang lebih panas

5

Konveksi atau aliran kalor adalah proses di mana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain. Bila pada konduksi melibatkan molekul(atau electron) yang hanya bergerak dalam jarak yang kecil dan bertumbukan, konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar.

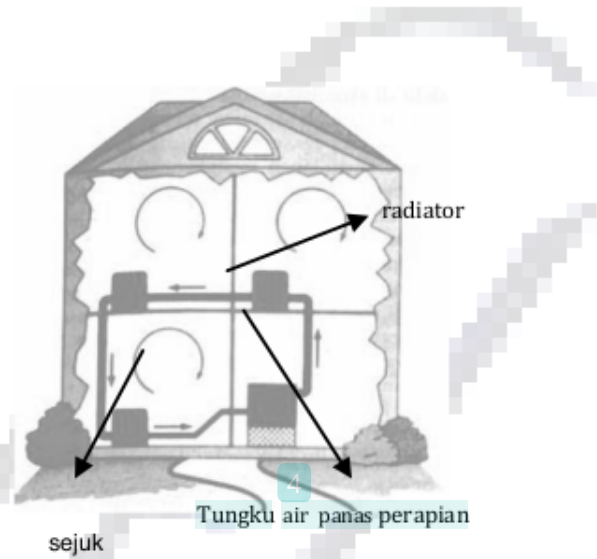
**Gambar 6.22** Arus konveksi pada air yang dipanaskan.

4

Tungku dengan udara yang dipanaskan dan kemudian ditiup oleh kipas angin ke dalam ruangan termasuk contoh *konveksi yang dipaksakan*. *Konveksi alami* juga terjadi, misalnya udara panas akan naik, arus samudra yang hangat atau dingin, angin, dan sebagainya. Gambar 6.22 menunjukkan bahwa sejumlah air di dalam panci yang dipanaskan, arus konveksi terjadi karena perbedaan kalor.

Air di bagian bawah naik karena massa jenisnya berkurang dan digantikan oleh air yang lebih dingin di atasnya.

Prinsip selaput digunakan pada banyak sistem pemanas, seperti sistem radiator air panas yang diilustrasikan pada Gambar 6.23. Air yang dipanaskan ditungku

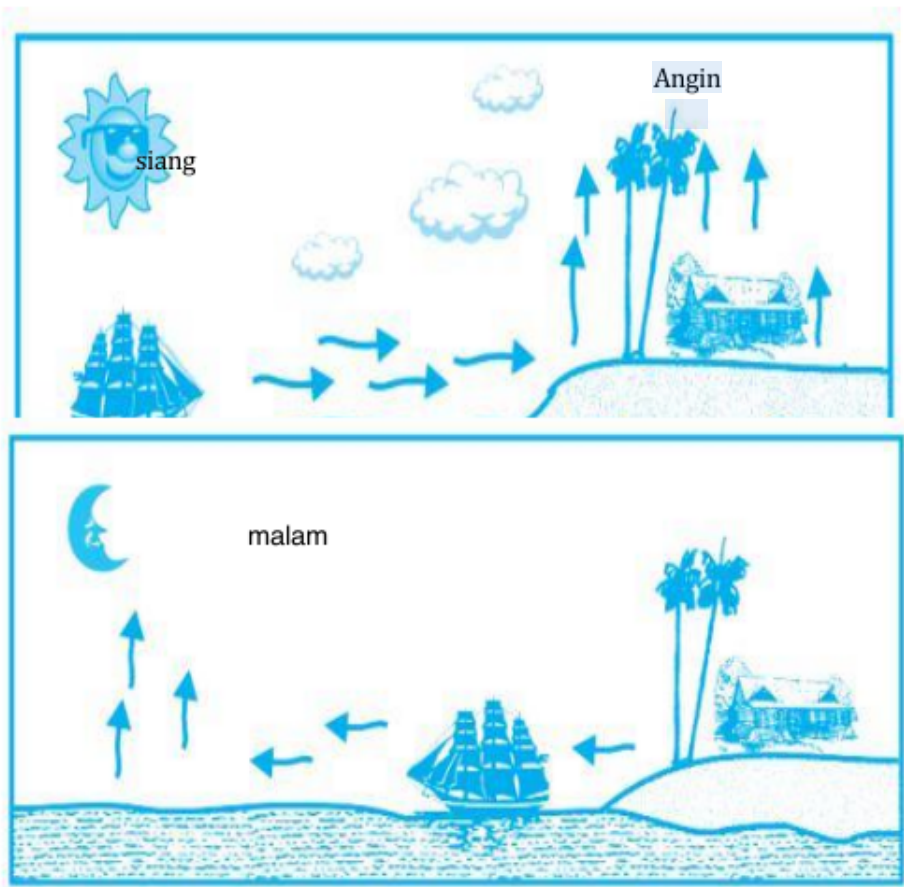


Gambar 6.23 Prinsip konveksi pada sistem pemanas.

12

hingga suhunya naik, akan memuai dan naik. Hal ini menyebabkan air berputar pada sistem. Air panas kemudian memasuki radiator, kalor ditransfer dengan konduksi ke udara, dan air yang didinginkan kembali ke tungku. Dengan demikian, air berputar karena konveksi.

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



Gambar 6.24 Terjadinya angin darat dan angin laut.

### 3. Radiasi (Pancaran)

Perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi memerlukan adanya materi sebagai medium untuk membawa kalor dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin. Akan tetapi, perpindahan kalor secara radiasi (pancaran) terjadi tanpa medium apapun.



Gambar 6.25 Sinar Matahari sampai ke Bumi merupakan perpindahan kalor secara radiasi.

Semua kehidupan di dunia ini bergantung pada transfer energy dari Matahari, dan energy ini ditransfer ke Bumi melalui ruang hampa (hampa udara). Bentuk transfer energi ini dalam bentuk kalor yang dinamakan *radiasi*, karena suhu Matahari jauh lebih besar (6.000 K) daripada suhu permukaan bumi.

Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik. Radiasi dari Matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah (IR) yang berperan dalam menghangatkan Bumi.

Kecepatan atau laju radiasi kalor dari sebuah benda sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak ( $\mu \propto T^4$ ) benda tersebut. Sebagai contoh, sebuah benda pada suhu 2.000 K, jika dibandingkan dengan benda lain pada suhu 1.000 K, akan meradiasikan kalor dengan kecepatan 16 ( $2^4$ ) kali lipat lebih besar. Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas  $A$  dari benda yang memancarkan kalor. Dengan demikian, kecepatan radiasi kalor meninggalkan sumber tiap selang waktu tertentu ( $Q/t$ ) dirumuskan:

$$\frac{Q}{t} = e \sigma AT^4 \quad (6.23)$$

Persamaan (6.23) disebut *persamaan Stefan-Boltzmann*, dan  $\sigma$  adalah konstanta universal yang disebut *konstanta Stefan-Boltzmann* ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ). Faktor  $e$  disebut **emisivitas** bahan, merupakan bilangan antara 0 sampai 1 yang bergantung pada karakteristik materi. Permukaan yang sangat hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, sedangkan bahan yang permukaannya mengkilat mempunyai  $e$



yang mendekati nol sehingga memancarkan radiasi yang lebih kecil.

Permukaan mengkilat tidak hanya memancarkan radiasi yang lebih kecil, tetapi bahan tersebut juga hanya menyerap sedikit dari radiasi yang menyimpannya (sebagian besar dipantulkan). Benda hitam dan yang sangat gelap, menyerap kalor hampir seluruh radiasi yang menyimpannya. Dengan demikian, bahan penyerap kalor yang baik juga merupakan pemancar kalor yang baik.

4

## Fiesta

### Fisikawan Kita

Joseph Black (1728 - 1799)



Joseph Black mengukur panas yang dibutuhkan pada perubahan zat, yang disebut kalor laten (tersembunyi). Pada mulanya dia mengira bahwa kapasitas panas merupakan jumlah panas yang dapat ditampung oleh suatu benda. Hal ini sebenarnya merupakan ukuran tentang jumlah tenaga yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda dalam jumlah tertentu. Untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  dibutuhkan lebih banyak panas daripada untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  dengan kenaikan suhu yang sama. Ia juga merumuskan Hukum Kekekalan Energi Kalor, yang dikenal sebagai Asas Black.

## APLIKASI SEHARI-HARI

### Pemanfaatan Sifat Kalor Pada Lemari Es

Secara garis besar, prinsip kerja kulkas adalah mengambil kalor yang ada di dalam ruang lemari es, kemudian melepaskannya di luar sehingga suhu di dalam kulkas menurun. Zat cair yang digunakan adalah freon, yaitu zat cair yang mu



Gambar 13 Lemari Es

24

Cairan freon dipompa menuju ruangan lemari es melalui pipa. Setelah itu cairan freon diuapkan dalam ruang pembeku pada tekanan rendah. Untuk menguapkan diperlukan kalor dan kalornya diambil dari ruangan lemari es, sehingga ruangan bagian dalam lemari es menjadi dingin atau suhunya turun. Gas freon dipompa keluar dan dimampatkan agar berubah menjadi cair dengan melepaskan kalor pada pipa. Kalor tersebut dilepaskan ke udara oleh pipa sehingga bagian samping lemari es akan terasa hangat.





*Gambar 14  
Teh panas tanpa tutup  
lebih cepat dingin  
daripada  
menggunakan tutup*

6

**Selesaikan pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar, jujur dan teliti.**

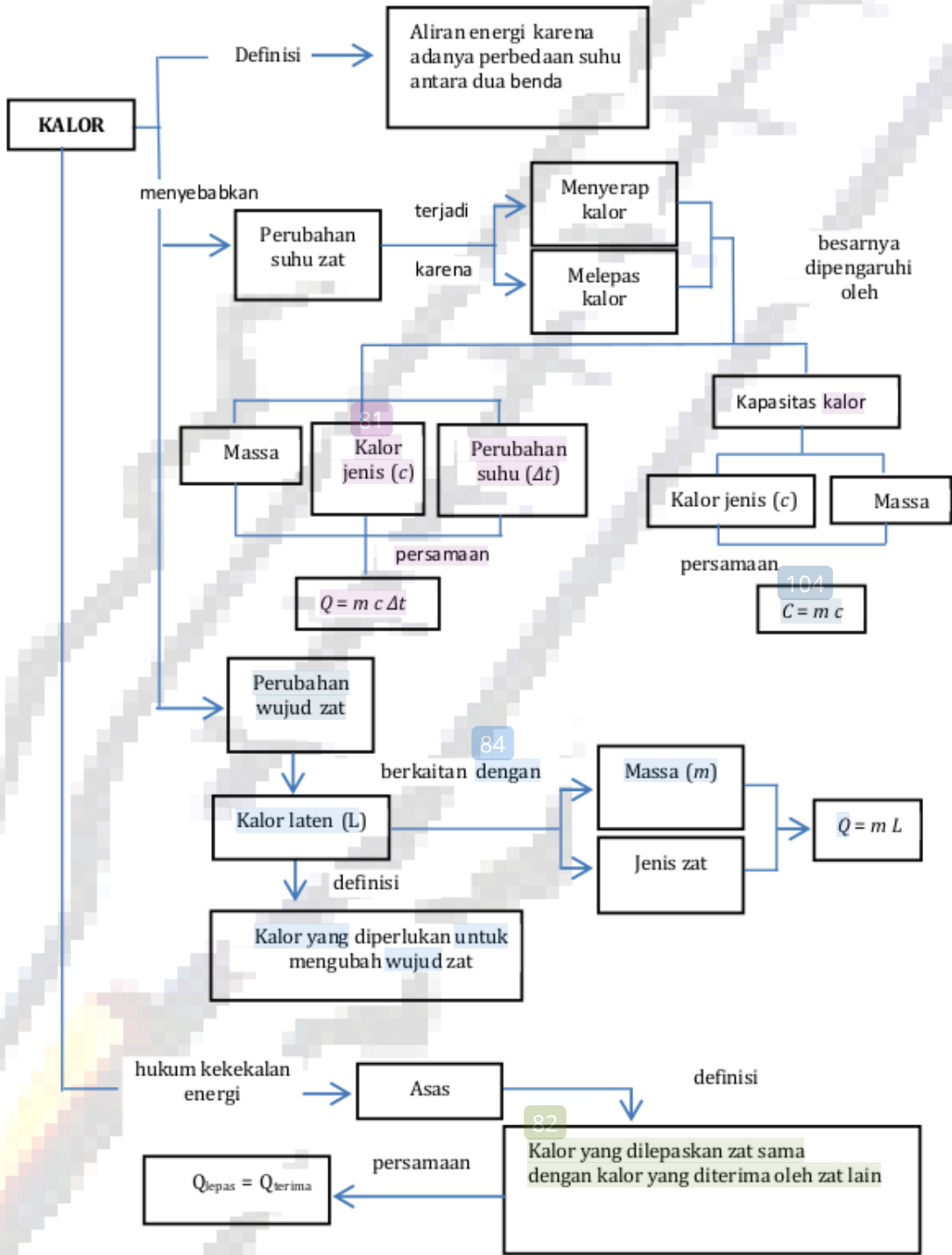
45

1. Apakah yang dimaksud dengan kalor uap ?
2. Apakah yang dimaksud dengan kalor lebur ?
3. Prahani memanaskan air di dalam panci. Suhu awal air tersebut adalah  $27^{\circ}\text{C}$ . Beberapa menit kemudian, anak itu mengukur suhu air sebesar  $80^{\circ}\text{C}$ . Suhu air ini tidak mengalami perubahan walaupun air terus dipanasi. Jelaskan mengapa hal ini bisa terjadi?
4. Ketika es sedang mencair, sebutkan besaran yang tidak berubah?
5. Berapakah banyak kalor yang diperlukan untuk meleburkan 5 kg es pada  $0^{\circ}\text{C}$ ? (Kalor lebur es,  $L=335.000\text{ J/kg}$ )

74



PETA KONSEP



## RANGKUMAN

1. Secara alami kalor selalu mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi (panas) ke benda yang bersuhu lebih rendah (dingin) dan akan berhenti mengalir ketika suhu kedua benda sudah sama.
2. Banyaknya kalor yang diperlukan atau dilepaskan pada suatu zat bergantung pada massa zat, perubahan suhu zat, dan kalor jenis zat.
3. Kalor diterima oleh suatu benda menyebabkan suhu benda itu naik. Sebaliknya, kalor yang dilepas oleh suatu benda menyebabkan suhu benda itu turun.
4. Kalor jenis merupakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .
5. Kalor dapat merubah wujud suatu zat. Pada saat benda mengalami perubahan wujud, maka tidak terjadi perubahan suhu, namun semua kalor saat itu digunakan untuk merubah wujud zat.
6. Persamaan untuk menaikkan suhu  $Q = m c \Delta T$ ; Persamaan untuk perubahan wujud  $Q = m L$
7. Kalor lebur adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk meleburkan 1 kg zat pada titik leburnya.
8. Kalor uap adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 1 kg zat pada titik didihnya.
9. Asas Black merupakan merupaka keadaan jika benda yang



## DAFTAR PUSTAKA

- Foster, Bob. 2003. Terpadu *Fisika Untuk SMU Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Giancolli. 2001. *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga
- Glencoe Program. 2005. *Physics: Principles and Problems*. McGraw Hill Companies, Inc.
- Handayani, Sri dan Ari Damari. 2009. *Fisika untuk SMA dan MA kelas X*. Jakarta : CV Adi Perkasa.
- Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 1 untuk SMA/ MA kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan Pendidikan Nasional
- Sears dan Zemansky. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sumarsono, Joko. 2009. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: CV Teguh Karya.
- [www.Gurumuda/kalor-kalor-jenis-kapasitas.com](http://www.Gurumuda/kalor-kalor-jenis-kapasitas.com)

## Glosarium

Asas Black	: Kekekalan energy pada pertukaran kalor, kalor yang dilepas ( $Q_{lepas}$ ) sama dengan kalor yang diterima ( $Q_{terima}$ )
51 Kalor	: Proses perpindahan energy dari suatu benda yang bergerak.
Kalor Jenis	: Banyaknya kalor yang diperlukan/dilepaskan setiap kilogram massa untuk menaikkan/menurunkan suhu 1 K atau $1^{\circ}C$ .
Kalor Uap	: Banyaknya kalor yang diperlukan setiap kilogram zat untuk menguap pada titik didihnya.
Kalorimeter	: Alat untuk mengukur kalor.
Kapasitas Kalor	: kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K atau $1^{\circ}C$
Kondensasi	: Keadaan suatu gas yang mengalami pendinginan dan berubah menjadi cair.
Mendidih	: menggelembung- menggelembung atau meluap-luap karena dipanaskan.
Suhu	: ukuran kuantitatif pada temperature panas atau dingin.
Termometer	: Alat yang digunakan untuk mengukur suhu.
Uap air	: Air dalam wujud gas.

## Index

### A

Asas Black 6

### J

Joule 1

### K

Kalor 1

Kalor Lebur 13

Kalor Uap 14

Kapasitas Kalor 3

### M

Melebur 12

Membeku 12

Mendidih 12

Mengembun 12

Menguap 12

### P

Panas Jenis 1

### T

Thermometer 4

Titik lebur 14



# Refleksi

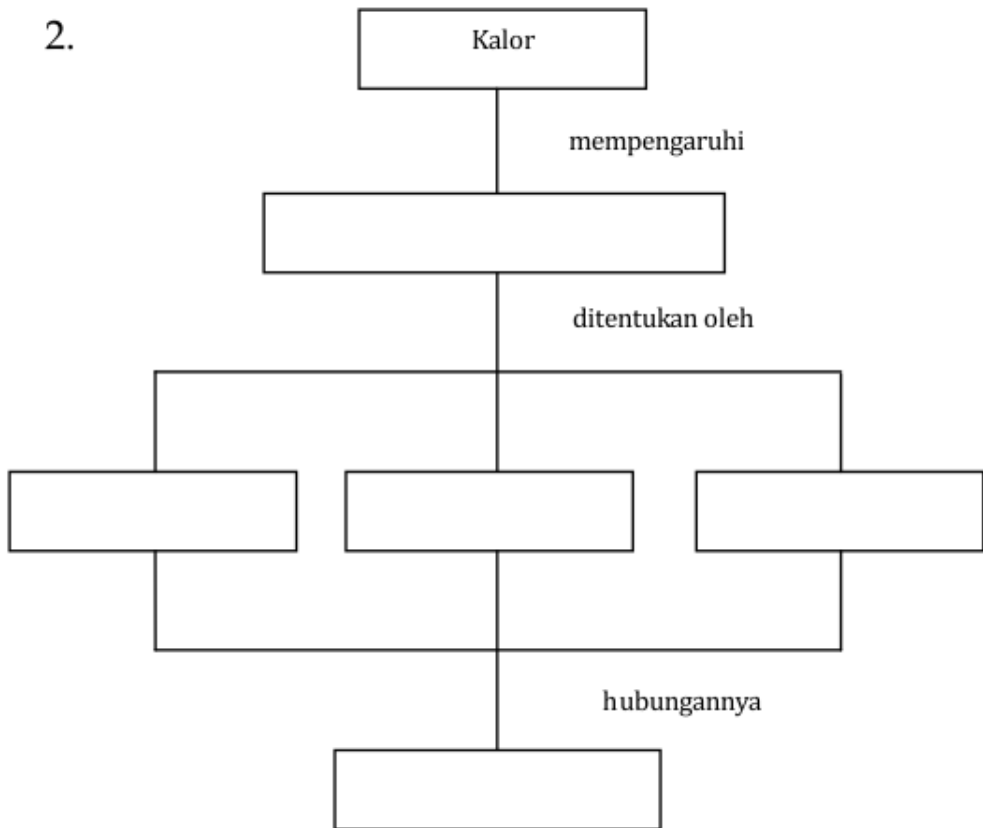
5

Lengkapi pernyataan dari peta konsep di bawah ini dengan kata kata yang terdapat didalam kotak berikut:

Perubahan suhu Lebih tinggi	Panas	Kalor
Jenis zat Dingin Lebih rendah	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	Massa

Sedangkan kalor adalah perpindahan energi dalam dari zat yang suhunya \_\_\_\_\_ ke zat yang suhunya \_\_\_\_\_

2.



## Refleksi

Tuliskan proses perubahan wujud yang terjadi pada benda /zat atau peristiwa di bawah ini.



Lilin Ketika dipanaskan

---



Kopi panas didalam cangkir

---



Embun air di gelas

---



Kapur Barus

---

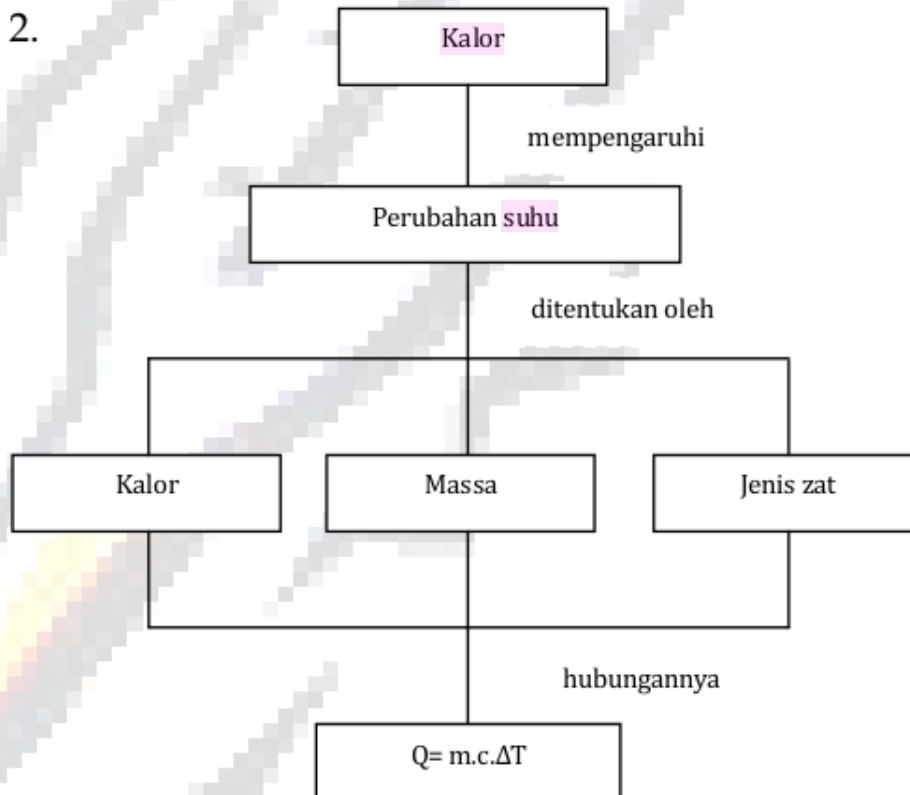
## Kunci Refleksi

5 Lengkapi pernyataan dari peta konsep di bawah ini dengan kata-kata yang terdapat didalam kotak berikut:

28

Perubahan suhu	Lebih tinggi	Panas	Kalor	
Jenis zat	Dingin	Lebih rendah	$Q = m.c.\Delta T$	Massa

- 11
1. Suhu adalah derajat *panas* atau *dingin* suatu benda, sedangkan kalor adalah perpindahan energi dalam dari zat yang suhunya *lebih tinggi* ke zat yang suhunya *lebih rendah*.



## Kunci Refleksi

40

Tuliskan proses perubahan wujud yang terjadi pada benda / zat atau peristiwa di bawah ini.



Lilin Ketika dipanaskan

Pada pembakaran lilin terjadi perubahan wujud zat dari padat menjadi cair yang disebut meleleh. Lilin yang meleleh akan mendingin dan membeku lagi



Kopi panas didalam cangkir

Pada kopi panas di dalam cangkir terjadi perubahan wujud dari cair menjadi uap yang disebut menguap.



Embun air di gelas

Embun air di gelas menunjukkan perubahan wujud dari uap menjadi cair yang disebut mengembun.



Kapur Baru

Kapur baru akan mengalami perubahan wujud dari padat menjadi gas yang disebut menyublim



Lembar Kegiatan Siswa Kelas 1

Hubungan  $Q$ ,  $\Delta T$ ,  $m$ , dan  $c$

Hubungan  $Q$ ,  $m$ ,  $c$ ,  $\Delta T$

1 KEGIATAN 01

Hari/Tanggal :

**TUJUAN :**

- ✚ Siswa dapat menunjukkan sikap: rasa ingin tahu, teliti dan hati-hati, tekun dan tanggung jawab, dan terampil berkomunikasi.
- ✚ Siswa dapat:
  - a. Membuat rumusan masalah,
  - b. Merumuskan hipotesis,
  - c. Menentukan variabel,
  - d. Melaksanakan percobaan,
  - e. Membuat grafik,
  - f. Menganalisis data hasil percobaan,
  - g. Membuat kesimpulan berdasarkan data penyelidikan.
- ✚ Siswa dapat menyelidiki dan melakukan percobaan berkaitan dengan pengaruh kalor jenis terhadap suhu suatu zat cair dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan.

*Ada dua buah gelas ukur yaitu gelas A dan gelas B, gelas A berisi air dan gelas B berisi alkohol . Massa air dan massa alkohol adalah sama. Kemudian kedua gelas tersebut dipanasi secara bersamaan. Jika perubahan suhunya sama-sama sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ .  
Bagaimana jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air di gelas A dan alkohol di gelas B?*

69

**2. Alat dan Bahan**

- a. Termometer  $100^{\circ}\text{C}$ , 2 buah 15
- b. Beaker glass berisi air (50 mL), 1 2 buah
- c. Kawat kasa, 2 buah 15
- d. Beaker glass berisi alkohol (50 mL), 1 buah
- e. Stopwatch, 1 buah
- f. Kaki tiga, 2 buah
- g. Pembakar spirtus,
- h. Korek api 2 buah
- i. Statif, 2 buah

1

**3. Rumusan Masalah**

Buatlah suatu rumusan masalah berdasarkan uraian pada pendahuluan:

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Hipotesis Eksperimen**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah suatu hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah:

.....  
.....  
.....

**5. Variabel Eksperimen**

Berdasarkan hipotesis yang anda buat, lakukan identifikasi variabel-variabel yang diperlukan.

**a. Variabel manipulasi** (Variabel yang sengaja diubah oleh peneliti)

.....  
.....  
.....

**b. Variabel respon**

(Variabel yang nilainya berubah karena perubahan variable manipulasi)

.....  
.....  
.....

**c. Variabel kontrol**

(variabel yang dijaga tetap selama percobaan)

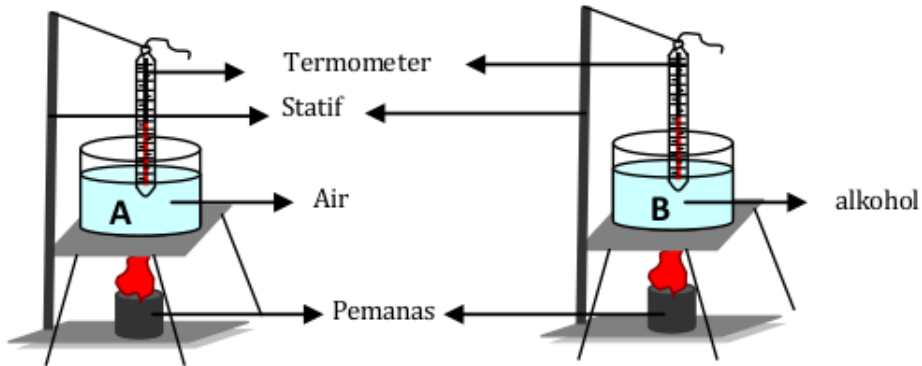
.....  
.....  
.....



**6. Prosedur Eksperimen**

Untuk menguji hipotesis di atas, lakukan kegiatan penelitian dibawah ini dengan benar, hati-hati dan teliti.

- a) Siapkan dua gelas kimia, masing-masing gelas diisi dengan 50 ml air dan 50 ml alkohol, kemudian ukurlah suhu awal air dan minyak goreng pada masing-masing gelas.
- b) Siapkan statif, kaki tiga, kasa, pembakar spirtus, termometer, pencatat waktu stopwatch, dan korek api.
- c) Rangkailah peralatan seperti pada gambar.



- d) Nyalakan pembakar dan bersamaan dengan itu jalankan stopwatch.
- e) Mengukur waktu pemanasan tiap perubahan suhu sebesar 5°C dan mencatatnya.

30

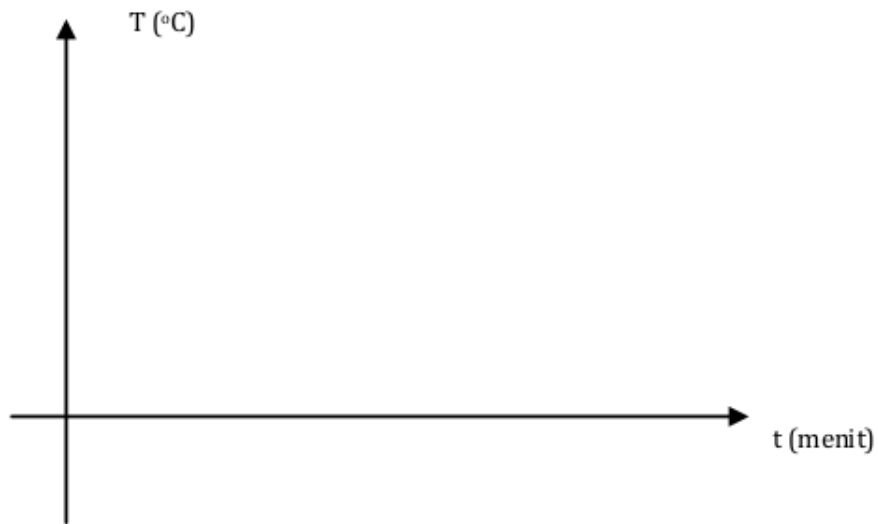
**7. Hasil Pengamatan**

**Tabel Hasil Pengamatan**

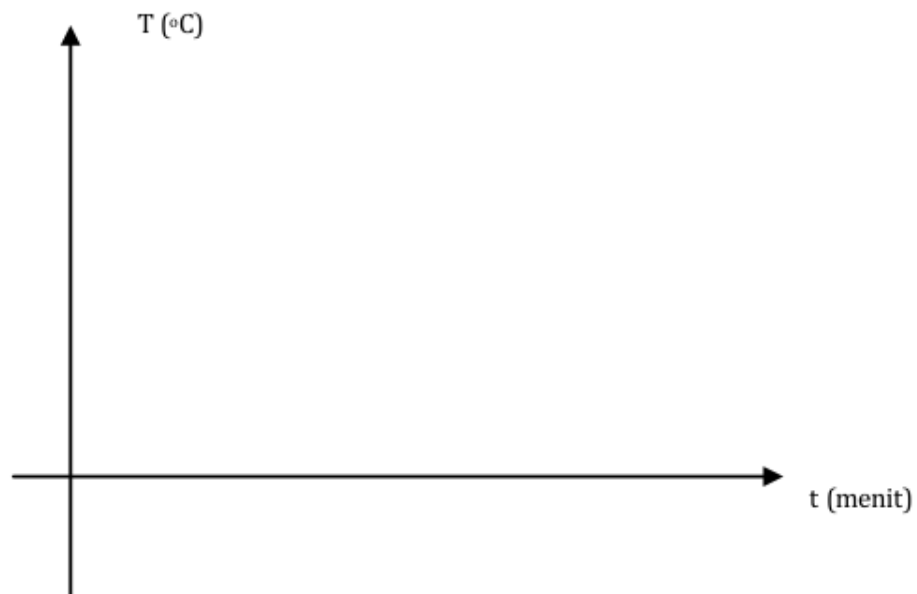
Zat Cair	Suhu awal	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai			
		35°C	40°C	45°C	50°C
Air					
Alkohol					

**8. Analisis Data**

- a) Buatlah grafik hubungan waktu pemanasan ( $Q$  yang diberikan) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ) dari air



- b) Buatlah grafik hubungan waktu pemanasan ( $Q$  yang diberikan) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ) dari alkohol



**9. Jawablah pertanyaan berikut dengan teliti, jujur dan benar!**

1. Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, Bagaimanakah waktu pemanasan untuk masing-masing zat?

Jawaban:

.....  
.....  
.....

Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, <sup>73</sup>kalor yang diperlukan paling besar untuk menaikkan suhu pada air atau alkohol?

Jawaban:

.....  
.....  
.....

2. Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, apakah sama jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan oleh air dan alkohol? Mengapa demikian?

Jawaban:

.....  
.....  
.....

Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, jelaskan hubungan antara kalor yang diterima zat cair dengan perubahan suhu dari zat cair tersebut?

Jawaban:

.....  
.....  
.....

10. **Kesimpulan**

1. Apakah hipotesismu diterima.....
2. Dari hasil percobaan di atas diperoleh kesimpulan bahwa:

Jawaban:

.....  
.....  
.....

Good Luck

LAMPIRAN 2



Lembar Kegiatan Siswa Kelas 2

Perubahan Wujud Zat

Perubahan Wujud zat

KEGIATAN 02

Hari/Tanggal :

TUJUAN:

1. Siswa dapat menunjukkan sikap: rasa ingin tahu, teliti dan hati-hati, tekun dan tanggung jawab, dan terampil berkomunikasi.
2. Siswa dapat:
  - a. Membuat rumusan masalah,
  - b. Merumuskan hipotesis,
  - c. Menentukan variabel,
  - d. Melaksanakan percobaan,
  - e. Membuat grafik,
  - f. Menganalisis data hasil percobaan,
  - g. Membuat kesimpulan berdasarkan data penyelidikan.
3. Siswa dapat menyelidiki dan melakukan percobaan berkaitan dengan perubahan wujud zat dengan menggunakan alat dan bahan yang telah

*Ketika memanaskan butiran es sampai  $100^{\circ}\text{C}$  terjadi perubahan wujud es akan mencair menjadi air dan air akan mendidih dan menguap. Selama fase-fase itu kalor tetap ditambahkan. Bagaimana perubahan suhunya?*

**2. Alat dan Bahan**

- a. Termometer 100°C, 1 buah
- b. Beaker glass berisi es, 1 buah
- c. Stopwatch, 1 buah
- d. Statif, 1 buah

1

**3. Rumusan Masalah**

Buatlah suatu rumusan masalah berdasarkan uraian pada pendahuluan:

.....  
.....  
.....

**4. Hipotesis Eksperimen**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah suatu hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah:

.....  
.....  
.....

**5. Variabel Eksperimen**

Berdasarkan hipotesis yang anda buat, identifikasikanlah variabel-variabel yang diperlukan.

**a. Variabel manipulasi** (Variabel yang sengaja diubah oleh peneliti)

.....  
.....  
.....

**b. Variabel respon**

(Variabel yang nilainya berubah karena perubahan variabel

manipulasi)

.....

.....

.....

**c. Variabel kontrol**

(variabel yang dijaga tetap selama percobaan)

.....

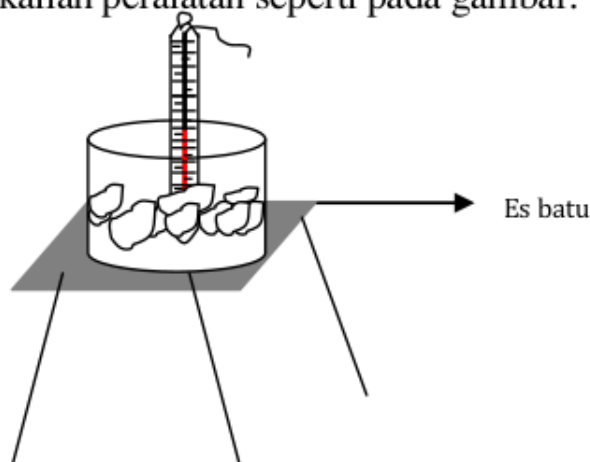
.....

.....

**6. Prosedur Eksperimen**

**Untuk menguji hipotesis di atas, lakukan kegiatan penelitian dibawah ini dengan benar, hati-hati dan teliti.**

- a) Memasukkan bongkahan es batu ke dalam bejana, dan mengukur suhu es batu tersebut.
- b) Membiarkan es batu tersebut secara terus-menerus sampai es mencair, menekan stopwatch bersamaan.
- c) Mengamati perubahan es batu sampai menjadi air, mengukur suhu dan waktu ketika terjadi perubahan wujud zat atau perubahan suhu.
- d) Rangkailah peralatan seperti pada gambar.



### 7. Hasil Pengamatan

No.	Waktu Pemanasan (menit)	Wujud Zat	Suhu Zat
1.	....	....	....
2.	....	....	....
3.	....	....	....
4.	....	....	....
5.	....	....	....

Suhu ruang : .....

Tekanan udara ruang : .....

### 8. Analisis Data

Berdasarkan data hasil percobaan, lakukan analisis pengaruh kalor yang ditunjukkan dari lamanya waktu pemanasan terhadap perubahan wujud zat!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 9. Pertanyaan

☞ Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, jelaskan pada suhu berapakah es mulai mencair?

.....

☞ Selama proses perubahan es menjadi cair, adakah kalor yang diterima oleh es? Jelaskan!

.....



☞ Adakah perubahan suhu ketika es berubah menjadi air? Jelaskan!

.....

☞ Berdasarkan analisis data hasil eksperimen, jelaskan pada suhu berapakah air mulai mendidih?

.....

☞ Selama proses perubahan air menjadi uap, adakah kalor yang diterima oleh es? Jelaskan!

.....

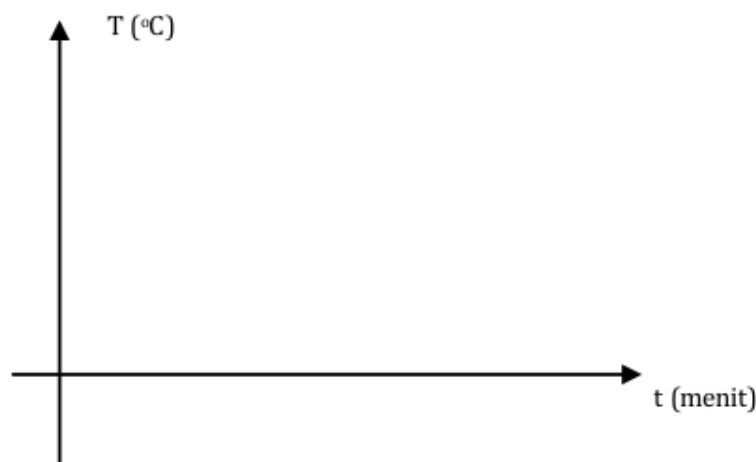
☞ Adakah perubahan suhu ketika air berubah menjadi uap? Jelaskan!

.....

☞ Mengapa pada suhu tertentu suhu air tidak berubah tetapi volumenya menjadi menurun?

.....

☞ Gambarlah grafik hubungan suhu (T) terhadap waktu pemanasan (t) selama proses pemanasan tersebut!



**10. Kesimpulan**

3. Apakah hipotesismu diterima

.....

4. Dari hasil percobaan di atas diperoleh kesimpulan bahwa:

.....

.....

.....

Good Luck

LAMPIRAN 3



Lembar Kegiatan Siswa Kelas 3

Asas Black

Asas Black ( $Q_{lepas} = Q_{terima}$ )

KEGIATAN 03

Hari/Tanggal : .....

Nama Kelompok : .....

**TUJUAN:**

- ✚ Siswa dapat menunjukkan sikap: rasa ingin tahu, teliti dan hati-hati, tekun dan tanggung jawab, dan terampil berkomunikasi.
- ✚ Siswa dapat:
  - a. Membuat rumusan masalah,
  - b. Merumuskan hipotesis,
  - c. Menentukan variabel,
  - d. Melaksanakan percobaan,
  - e. Membuat grafik,
  - f. Menganalisis data hasil percobaan,
  - g. Membuat kesimpulan berdasarkan data penyelidikan.
- ✚ Siswa dapat menyelidiki pengaruh jumlah kalor yang di terima atau di lepaskan terhadap suhu suatu benda dengan menggunakan kalorimeter sesuai dengan bimbingan guru.

Sebuah beaker glass diisi air  $m_2$  gram dipanaskan diatas pembakar spirtus selama 5 menit sampai air bersuhu  $t_2$ , setelah itu dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin bermassa  $m_1$  gram suhunya  $t_1^\circ\text{C}$  lalu air diaduk. Apakah suhu akhir campuran air akan sama?  
Mengapa hal itu bisa terjadi?

57

### 2. Alat dan Bahan

- ✚ Kalorimeter 1 buah
- ✚ Termometer  $100^\circ\text{C}$ , 1 buah
- ✚ Pembakar spirtus, 1 buah
- ✚ Beaker glass (250ml) 1 buah
- ✚ Beaker glass (50ml)

79

- ✚ 1 buah
- ✚ Neraca Ohaus 1 buah
- ✚ Kaki tiga 1 buah
- ✚ Kawat kasa 1 buah
- ✚ Korek api 1 buah
- ✚ Air

1

### 3. Rumusan Masalah

Buatlah suatu rumusan masalah berdasarkan uraian pada pendahuluan:

.....

.....

.....

### 4. Hipotesis Eksperimen

Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah suatu hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah:

.....

.....

**5. Variabel Eksperimen**

Berdasarkan hipotesis yang anda buat, identifikasikanlah variabel-variabel yang diperlukan

**a. Variabel manipulasi** (Variabel yang sengaja diubah oleh peneliti)

.....  
.....  
.....

**b. Variabel respon**

(Variabel yang nilainya berubah karena perubahan variabel manipulasi)

.....  
.....  
.....

**c. Variabel kontrol**

(variabel yang dijaga tetap selama percobaan)

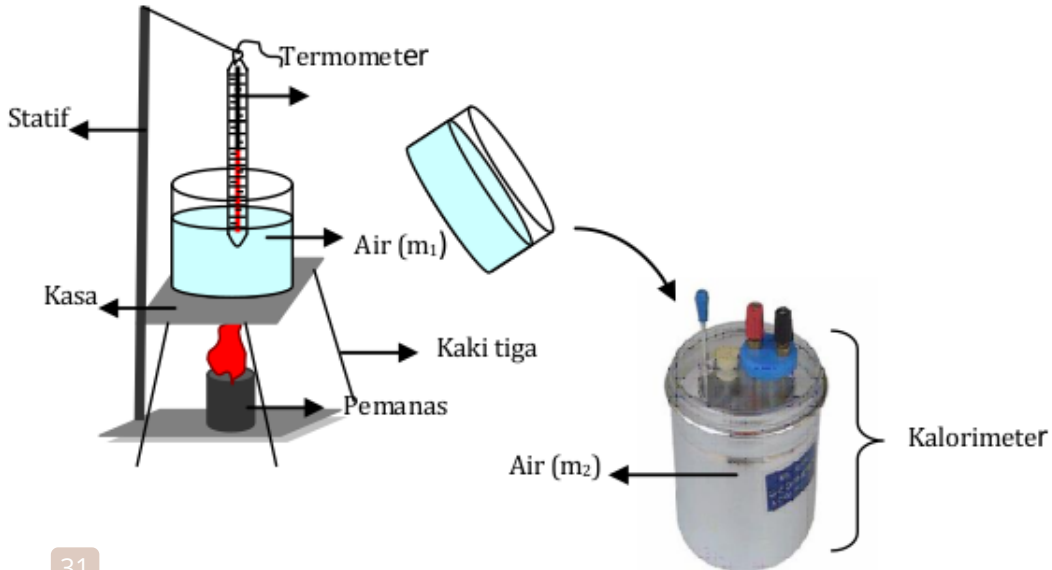
.....  
.....  
.....

**6. Prosedur Eksperimen**

Untuk menguji hipotesis di atas, lakukan kegiatan penelitian dibawah ini dengan benar, hati-hati dan teliti.

- 1) Memasukkan air yang telah ditimbang massanya ( $m_2$ ) ke dalam kalorimeter, kemudian suhunya diukur ( $t_2$ ).
- 2) Memanaskan sejumlah air yang telah ditimbang bermassa  $m_2$  ke dalam gelas kimia sampai suhunya  $t_1 > t_2$ .
- 3) Menuangkan air yang telah dipanaskan tersebut ke dalam kalorimeter yang telah berisi air lebih dingin dengan cepat.

- 4) Mengaduk pelan-pelan sampai diperoleh suhu yang tidak berubah lagi (tetap), suhu yang tetap tersebut adalah suhu akhir atau suhu kesetimbangan ( $t_a$ )
- 5) Mencatat hasil percobaan ke dalam table.
- 6) Mengulangi percobaan tersebut sebanyak tiga kali dengan variasi suhu ( $t_1$ ) yang berbeda.
- 7) Rangkailah peralatan seperti pada gambar.



## 7. Hasil Pengamatan

No.	$m_1$ (g)	$t_1$ (°C)	$m_2$ (g)	$t_2$ (°C)	$t_a$ (°C)
1.	.....	.....	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....	.....	.....
3.	.....	.....	.....	.....	.....

## 8. Analisis Data

Berdasarkan data hasil percobaan, lakukan analisis untuk menentukan pengaruh jumlah kalor yang di terima atau di lepaskan terhadap suhu suatu benda dengan menggunakan asas Black!

.....  
.....  
.....

**9. Pertanyaan**

☞ Sistem manakah yang menyerap kalor? Jelaskan!

.....  
.....

☞ Sistem manakah yang melepas kalor? Jelaskan!

.....

☞ Hukum apakah yang berlaku pada percobaan tersebut? Jelaskan!

.....

☞ Jika massa dan bahan kalorimeter diketahui, bagaimana cara lain yang lebih tepat digunakan selain dengan percobaan untuk menentukan harga air kalorimeter?

.....

**10. Kesimpulan**

1. Apakah hipotesismu diterima

.....  
.....  
.....

2. Dari hasil percobaan di atas diperoleh kesimpulan bahwa:

.....  
.....  
.....

Good Luck



## Soal Kuls 1

103

1. Jelaskan apa yang terjadi jika ada aliran energi panas dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah? 75
2. Apa yang dapat kalian jelaskan mengenai suhu? 17
3. Jelaskan minimal dua faktor yang dapat mempengaruhi jumlah panas yang diterima benda untuk mengubah suhu suatu benda?
4. Jelaskan mengenai kapasitas jenis dan kapasitas panas jenis lengkap dengan sistem satuan yang digunakan?
5. Bagaimanakah kenaikan suhu zat jika suatu benda yang dipanaskan memiliki kalor jenis yang tinggi, berikan contohnya?





## Soal Kuls 2

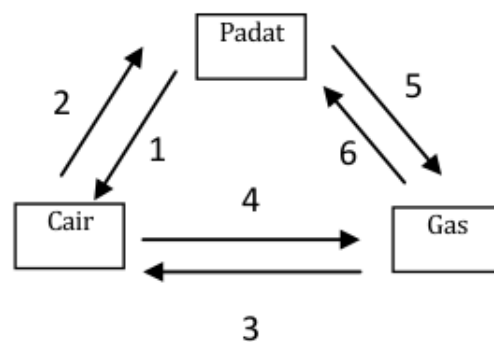
13

1. Berikan penjelasan apa yang terjadi pada akhir pencampuran dua bahan yang berbeda suhu hingga didapatkan kesetimbangan termal?
2. Bagaimanakah bunyi dari hukum azas black?
3. Apa yang terjadi jika segelas susu dengan suhu  $T_1$  dicampur dengan air gula dengan suhu  $T_2$ , dimana  $T_1 < T_2$ ?
4. Mengapa kalorimeter dibuat dari tembaga tidak dari besi?
5. Sebuah beaker glass diisi air  $m_2$  gram dipanaskan diatas pembakar spirtus selama 5 menit dengan suhu  $t_2$ , setelah itu dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin bermassa  $m_1$  gram suhunya  $t_1^\circ\text{C}$  lalu air diaduk. Apakah suhu akhir campuran air akan sama, Mengapa hal itu bisa terjadi?



### Soal Kuls 3

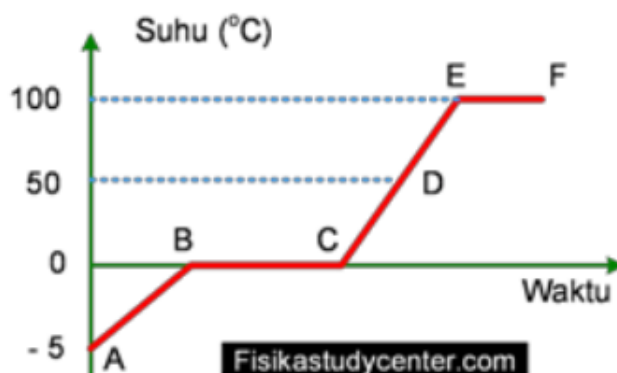
1. Berikan penjelasan tentang kalor laten?
2. Berikan penjelasan tentang titik didih?
3. Perhatikan diagram fase berikut ini!



Sebutkan dan jelaskan proses perubahan wujud yang ditunjukkan oleh masing-masing nomor

4. Ketika memanaskan butiran es sampai  $100^{\circ}\text{C}$  terjadi perubahan wujud es akan mencair menjadi air dan air akan mendidih dan menguap. Selama fase-fase itu kalor tetap ditambahkan. Bagaimana perubahan suhunya? 39
5. Bagaimanakah hubungan antara massa zat, kalor laten dengan kalor yang digunakan untuk mengubah wujud? Jelaskan dan tunjukkan persamaan matematisnya!

## BANK SOAL



19

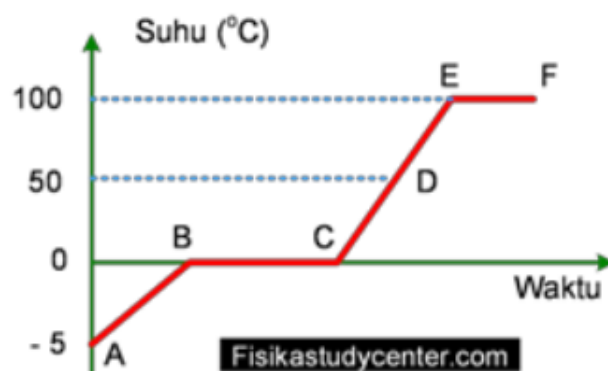
1. Air bermassa 100 gram berada pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga suhu  $80^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis air adalah  $1\text{ kal/gr }^{\circ}\text{C}$  tentukan jumlah kalor yang diperlukan, nyatakan dalam satuan kalori!
2. Air bermassa 100 gram berada pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga mendidih. Jika kalor jenis air adalah  $4200\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$  tentukan jumlah kalor yang diperlukan, nyatakan dalam satuan joule!
3. Es massa 200 gram bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga suhunya menjadi  $-1^{\circ}\text{C}$ , jika kalor jenis es adalah  $0,5\text{ kal/gr }^{\circ}\text{C}$ . Tentukan berapa kalori kalor yang diperlukan dalam proses tersebut!
4. Es bermassa 150 gram berada pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga seluruhnya melebur menjadi air yang bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Tentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk proses tersebut.

- 10
5. Es bermassa 250 gram bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga melebur menjadi air bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis es  $0,5\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ , dan kalor lebur es adalah  $80\text{ kal/gr}$ , tentukan kalor yang diperlukan untuk proses tersebut!
- 10
6. Es bermassa 200 gram bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  dipanasi hingga melebur menjadi air bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis es  $0,5\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis air adalah  $1\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es adalah  $80\text{ kal/gr}$ , tentukan jumlah kalor yang diperlukan untuk proses tersebut!
- 10
7. Air bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  dengan massa 200 gram dicampur dengan air bersuhu  $90^{\circ}\text{C}$  bermassa 300 gram. Tentukan suhu akhir campuran!
- 10
8. Sepotong logam dengan kalor jenis  $0,2\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  bermassa 100 gram bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  dimasukkan pada bejana berisi air yang bersuhu  $90^{\circ}\text{C}$  bermassa 200 gram. Jika kalor jenis air adalah  $1\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  dan pengaruh bejana diabaikan tentukan suhu akhir logam!
9. Peristiwa-peristiwa berikut berkaitan dengan proses perpindahan kalor:
- besi yang dibakar salah satu ujungnya, beberapa saat kemudian ujung yang lain terasa panas.
  - terjadinya angin darat dan angin laut
  - sinar matahari sampai ke bumi
  - api unggun pada jarak 3 meter terasa panas
  - asap sisa pembakaran bergerak melalui cerobong dapur
  - air yang direbus, bagian bawah mengalir ke atas.

- g. gelas kaca diisi air panas, bagin luar gelas ikut terasa panas.
- h. pakaian yang lembab disetrika menjadi kering

Pilahkan peristiwa-peristiwa di atas berdasarkan kaitannya dengan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi!

10. Perhatikan grafik berikut:



Air bermassa 50 gram mengalami penurunan suhu dari D menjadi C. Jika kalor jenis air  $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , tentukan jumlah kalor yang dilepaskan oleh air, nyatakan dalam satuan kilojoule!

42

11. Kalor yang diperlukan untuk meleburkan 10 kg es pada suhu  $0^\circ\text{C}$ , jika kalor lebur es  $3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$  adalah...

76

12. Apabila suhu air yang massanya 200 g dinaikkan dari  $20^\circ\text{C}$  sampai  $100^\circ\text{C}$  maka kalor yang diperlukannya...

61

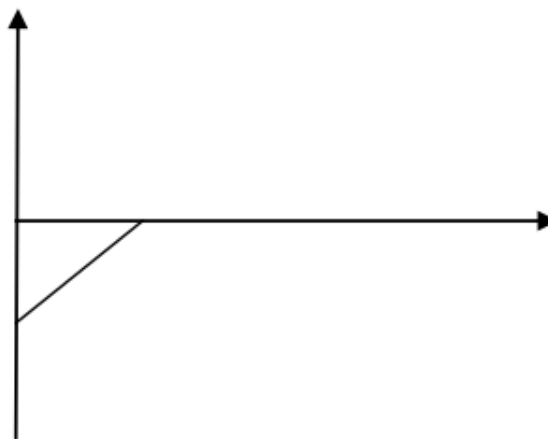
13. Sepotong besi mempunyai massa 0,2 kg dan kalor jenis  $0,11 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$ . jika suhunya turun dari  $75^\circ\text{C}$  menjadi  $25^\circ\text{C}$ . Maka banyaknya kalor yang dilepaskan.

14. Diana melakukan percobaan pemuaian terhadap empat batang logam. Data percobaan tersebut disajikan dalam data berikut.

Jenis Logam	Panjang Awal(cm)	Kenaikan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Panjang Akhir(cm)
P	50	100	50,6
Q	80	75	80,9
R	100	80	100,1
S	120	60	121,8

Berdasarkan tabel tersebut, logam yang memiliki koefisien terkecil dan terbesar secara berurutan adalah...

15. Perhatikan gambar grafik berikut.



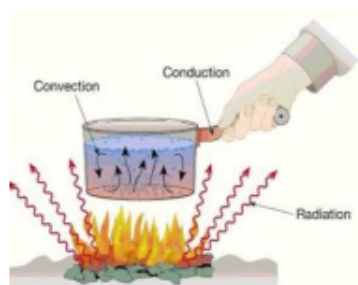
Jika massa es 500 g, kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis air  $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ , dan kalor lebur es  $80 \text{ kal/g}$ , jumlah kalor yang diperlukan dari proses P sampai S adalah...

16. Nita menemukan sebuah keping logam yang tidak diketahui massanya. Kemudian ia mengukur massanya dan diperoleh data sebesar 900 g. Ia melakukan percobaan untuk mengetahui jenis logam tersebut, yaitu mula-mula memanaskan logam hingga mencapai suhu  $130^{\circ}\text{C}$ , kemudian memasukkan logam tersebut ke dalam air yang massanya 720 g dan bersuhu  $28^{\circ}\text{C}$ . Pada saat mencapai suhu kesetimbangan diketahui suhu logam dan air  $50^{\circ}\text{C}$ . Diketahui kalor jenis beberapa logam seperti pada tabel berikut.

Jenis logam	Kalor jenis logam ( $\text{kal/g}^{\circ}\text{C}$ )
Perak	0,056
Tembaga	0,093
Besi	0,11
Aluminium	0,22

30  
 Jika kalor jenis air  $1 \text{ kal/kg}^{\circ}\text{C}$ , jenis logam yang di temukan Nita adalah...

17.



2  
 Air sebanyak 3 kg bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$  dipanaskan hingga bersuhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis air  $4.186 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , tentukan kalor yang diserap air tersebut!

**781** Heny Ekawati Haryono, M.Pd

- 2
18. Jika teh  $200 \text{ cm}^3$  pada suhu  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  dituangkan ke dalam cangkir gelas  $150 \text{ g}$  pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , berapa suhu akhir ( $T$ ) dari campuran ketika dicapai kesetimbangan, dengan menganggap tidak ada kalor yang mengalir ke sekitarnya?
- 89
19. Es sebanyak  $3 \text{ kg}$  pada suhu  $0$  mencair. Berapakah kalor yang lebur air =  $3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$ )
- 2
20. Es sebanyak  $2 \text{ kg}$  bersuhu  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  berubah menjadi air bersuhu  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Diketahui kalor jenis es  $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , kalor jenis air  $4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  dan kalor leburnya  $333 \text{ kJ/kg}$ . Berapakah kalor yang dibutuhkan oleh es untuk berubah menjadi air?
21. Es sebanyak  $500 \text{ gram}$  bersuhu  $-8 \text{ }^\circ\text{C}$  dimasukkan ke dalam wadah berisi  $750 \text{ gram}$  air bersuhu  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  pada tekanan  $1 \text{ atm}$ , sehingga terjadi pertukaran kalor antara keduanya. Hitunglah suhu setimbangnya jika diketahui kalor jenis es  $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , kalor jenis air  $4.186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , dan kalor leburnya  $333 \times 10^3 \text{ J/kg}$ !
- 2
22. Sebuah benda massanya  $100 \text{ gram}$  dan suhunya  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  didinginkan hingga suhunya menjadi  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Jika kalor jenis benda itu  $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , maka kalor yang dilepaskan benda itu sebesar ... .
- 2
23. Balok es yang massanya  $100 \text{ gram}$  dan bersuhu  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$  dicampur dengan  $100 \text{ gram}$  air bersuhu  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Bila kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$  dan kalor jenis air  $1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$ , maka setelah terjadi kesetimbangan termal, suhu campurannya adalah ... .



30

24. Dua batang logam sejenis A dan B memiliki perbandingan luas penampang lintang 2 : 1, sedangkan panjang 4 : 3. Bila beda suhu antara kedua ujungnya sama, maka perbandingan laju hantaran kalor pada A dan B adalah ... .

5

25. Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam bersuhu 2.000 K dan 4.000 K adalah ...

2

26. Suatu zat memiliki kapasitas kalor 5 kal/°C. Jika zat tersebut diberi kalor 50 kkal ternyata suhunya naik sebesar 10 °C. Berapa massa zat itu?

27. Balok es yang massanya 50 g dan bersuhu -5 °C dimasukkan ke dalam bejana yang berisi 100 g air bersuhu 80 °C. Bila kalor lebur es 80 kal/°C, kalor jenis es 0,5 kal/g°C, kalor jenis air 1 kal/g°C, dan kapasitas kalor bejana 20 kal/°C, berapa suhu akhir campuran setelah terjadi kesetimbangan?

28.



Sebuah lampu pijar menggunakan kawat wolfram dengan luas  $10^{-6} \text{ m}^2$  dan emisivitasnya 0,5. Bila bola lampu tersebut berpijar pada suhu 1.000 K selama 5 sekon ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ), hitunglah jumlah energi radiasi yang dipancarkan!

29. Berapa panas yang diperlukan (nyatakan sdalam joule dan kkal) untuk memanaskan 500 gr tembaga (panas jenis = 0.09 kl/ gr°C) dari suhu 25°C sampai 75°C ...

30. Logam bermassa 200 gram dipanaskan sampai 105°C. logam tersebut dimasukkan ke dalam 500 gram air bersuhu 25°C.

setelah keadaan setimbang, suhu campuran adalah  $35^{\circ}\text{C}$ . Apabila kalor jenis air  $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis logam adalah...

- 8
31. Elemen pemanas sebuah kompor listrik  $110 \text{ V}$  mempunyai hambatan  $20 \text{ ohm}$ . Jika kompor ini digunakan untuk memanaskan  $1 \text{ kg}$  air bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  selama  $7$  menit dan dipasang pada tegangan  $110 \text{ volt}$ , maka suhu akhir (kalor jenis air  $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ) adalah?
- 13
32. Gelas berisi  $200 \text{ gram}$  air bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  dimasukkan  $50 \text{ gram}$  es bersuhu  $-2^{\circ}\text{C}$ . Jika hanya terjadi pertukaran kalor antara air dan es saja, setelah terjadi kesetimbangan akan diperoleh... ( $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ ;  $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ ;  $L = 80 \text{ kal/gr}$ )
- 49
33. Timah bermassa  $2 \text{ kilogram}$  mempunyai kalor jenis  $130 \text{ J.kg}^{-1}\text{C}^{-1}$ . Banyaknya kalor yang diserap timah untuk menaikkan suhunya dari  $50^{\circ}\text{C}$  sampai  $100^{\circ}\text{C}$  adalah....
- 22
34. Tembaga dengan kalor jenis  $390 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  mengalami perubahan suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Apabila kalor yang diserap tembaga selama suhunya berubah adalah  $200 \text{ kalori}$ , maka massa tembaga tersebut adalah....
- 26
35. Air bermassa  $20 \text{ gram}$  dengan kalor jenis  $1 \text{ kal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  pada mulanya bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Tentukan perubahan suhu air jika banyaknya kalor yang diserap air adalah  $300 \text{ kalori}$ !
- 55
36. Berapa kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan  $1 \text{ kg}$  air yang bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  jika diketahui kalor jenis air  $1000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ?

37. Diketahui massa sebuah aluminium 500 gram bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$ . Aluminium kemudian menyerap kalor sebesar 1.5 kilojoule sehingga suhunya naik menjadi  $20^{\circ}\text{C}$ . Berapa kalor jenis aluminium tersebut?
- 26
38. Kalor jenis aluminium adalah  $900 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ . Kapasitas kalor 2 gram aluminium adalah....
- 58
39. Banyaknya kalor yang harus diserap untuk mengubah wujud 1 gram emas dari padat menjadi cair adalah.... (Kalor lebur emas =  $64,5 \times 10^3 \text{ J/kg}$ )
- 26
40. Tembaga dengan kalor jenis  $0,1 \text{ kal.gr}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  mengalami perubahan suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Apabila kalor yang diserap tembaga selama suhunya berubah adalah 200 kalori, maka massa tembaga tersebut adalah....
- 26
41. Air bermassa 20 gram dengan kalor jenis  $1 \text{ kal g}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  pada mulanya bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Tentukan perubahan suhu air jika banyaknya kalor yang diserap air adalah 300 kalori!
- 70
42. Sepotong aluminium bermassa 500 gram dan memiliki suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dimasukkan ke dalam bejana berisi air bermassa 200 gram dan memiliki suhu  $90^{\circ}\text{C}$ . Jika diketahui kalor jenis aluminium  $0,22 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$  dan kalor jenis air  $1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ , maka suhu akhir air dan aluminium adalah...
- 70
43. Sepotong logam bermassa 300 gram bersuhu  $80^{\circ}\text{C}$  dicelupkan ke dalam 200 gram air bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Kalor jenis air =  $1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ . Jika suhu akhir campuran logam dan air adalah  $50^{\circ}\text{C}$  dan wadahnya tidak menyerap kalor, maka kalor jenis logam adalah....

821 Heny Ekawati Haryono, M.Pd

87

44. Es dengan kalor jenis  $0,5 \text{ kalori/gram}^\circ\text{C}$ . sebanyak  $10 \text{ gram}$  pada suhu  $0^\circ\text{C}$  diberi kalor sebanyak  $1.000 \text{ kalori}$ . Jika kalor lebur es sama dengan  $80 \text{ kalori/gram}$ , tentukan temperatur akhir air.

45.



11

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

11

46. Air sebanyak  $100 \text{ gram}$  yang memiliki temperatur  $25^\circ\text{C}$  dipanaskan dengan energi sebesar  $1.000 \text{ kalori}$ . Jika kalor jenis air  $1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$ , tentukanlah temperatur air setelah pemanasan tersebut!

11

47. Berapa besar kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya  $10 \text{ kg}$  dari  $20^\circ\text{C}$  menjadi  $100^\circ\text{C}$ , jika kalor jenis besi  $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ?

11

48. Sebanyak  $300 \text{ gram}$  air dipanaskan dari suhu  $30^\circ\text{C}$  menjadi  $50^\circ\text{C}$ . Jika kalor jenis air adalah  $1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$  atau  $4.200 \text{ J/kg K}$ , tentukan:
- Banyaknya kalor yang diterima air tersebut (dalam kalori).
  - Banyaknya kalor yang diterima air tersebut (dalam joule).

2

49. Kalor yang dibutuhkan oleh  $3 \text{ kg}$  zat untuk menaikkan suhunya dari  $10^\circ\text{C}$  sampai  $80^\circ\text{C}$  adalah  $9,45 \text{ kJ}$ . Berapakah kalor jenis zat tersebut?

50. Berapakah kapasitas kalor dari 5 kg suatu zat yang mempunyai kalor jenis  $2 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$ ?  
11
51. Air yang mula-mula bersuhu  $10^\circ\text{C}$  dipanaskan hingga bersuhu  $35^\circ\text{C}$ . Jika kapasitas kalor air tersebut adalah  $12.558 \text{ J/}^\circ\text{C}$ , tentukan kalor yang diserap air tersebut?  
11
52. Sepotong besi yang memiliki massa 3 kg, dipanaskan dari suhu  $20^\circ\text{C}$  hingga  $120^\circ\text{C}$ . Jika kalor yang diserap besi sebesar 135 kJ, tentukan kapasitas kalor besi dan kalor jenis besi?  
11
53. Air yang memiliki temperatur  $25^\circ\text{C}$  dipanaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori. Jika kapasitas kalor air  $100 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ , tentukan temperatur air setelah pemanasan tersebut.  
23
54. Air sebanyak 20 kg akan dipanaskan sampai suhu  $90^\circ\text{C}$  dengan cara dimasukkan ke dalam panci yang terbuat dari besi ( $c_{\text{besi}} = 450 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$  dan  $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ ). Jika panci bermassa 20 kg dan suhu awalnya adalah  $10^\circ\text{C}$ , maka besar kalor yang dibutuhkan untuk proses tersebut adalah ....  
23
55. Seorang insinyur ingin mengetahui kalor jenis suatu bahan campuran logam. Bahan tersebut bermassa 0,15 kg yang telah dipanaskan sampai suhu  $540^\circ\text{C}$ . Seketika telah dipanaskan, logam itu dimasukkan ke dalam wadah kalorimeter. Dalam wadah kalorimeter sudah berisi 0,4 kg air yang bersuhu  $10^\circ\text{C}$  dan wadah kalorimeter itu terbuat dari aluminium bermassa 0,2 kg. Jika suhu akhir sistem tersebut adalah  $30^\circ\text{C}$ , maka besar kalor jenis campuran logam tersebut adalah ... ( $c_{\text{al}} = 900 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$  dan  $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ ).

- 23
- 35
56. Berapa besar energi yang harus dilepas oleh 1,5 kg air pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  untuk menjadi es bersuhu  $-12^{\circ}\text{C}$  di dalam freezer kulkas? ( $c_{\text{es}} = 2100 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ ;  $c_{\text{cair}} = 4200 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ ;  $L_f = 330 \text{ kJ/kg}$ ).
- 23
57. Pada musim dingin, penduduk di wilayah Eropa selalu menyalakan tungku pemanas di dalam rumah. Sebagian besar kalor di dalam rumah hilang merambat keluar rumah melalui jendela-jendela berbahan kaca ( $K=0,9 \text{ J/s.m.}^{\circ}\text{C}$ ) dengan ukuran seluas  $2\text{m} \times 1,5\text{m}$  dan ketebalan  $3,0 \text{ mm}$ . Jika suhu di dalam rumah  $15^{\circ}\text{C}$  dan suhu di luar rumah  $5^{\circ}\text{C}$ , maka besar laju aliran kalor adalah...
- 23
58. Seorang petinju sedang duduk di dalam ruang ganti tepat setelah bertanding. Cat tembok ruang ganti memiliki warna yang gelap. Jika suhu kulit petinju adalah  $34^{\circ}\text{C}$  dan suhu permukaan tembok adalah  $15^{\circ}\text{C}$ , maka perkiraan laju radiasi kalor yang di lepas oleh tubuh petinju adalah...
- 40
59. Balok es bermassa  $50 \text{ gram}$  bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$  dicelupkan pada  $200 \text{ gram}$  air bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  yang diletakkan dalam wadah khusus. Anggap wadah tidak menyerap kalor. Jika kalor jenis air  $1 \text{ kal.g}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  dan kalor lebur es  $80 \text{ kal.g}^{-1}$ , maka suhu akhir campuran adalah...
- 57
60. Sepotong uang logam bermassa  $50 \text{ gram}$  bersuhu  $85^{\circ}\text{C}$  di celupkan ke dalam  $50 \text{ gram}$  air bersuhu  $29,8^{\circ}\text{C}$  (kalor jenis air  $= 1 \text{ kal.g}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ). Jika suhu akhirnya  $37^{\circ}\text{C}$  dan wadah tidak menyerap kalor, maka kalor jenis logam adalah...
- 25
61. Berapa besar kalor yang di perlukan untuk menaikkan suhu

sebatang besi yang massanya 10 kg dari  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ , jika kalor jenis besi  $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ .

25

62. Air sebanyak 500 gram bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  jika di beribkalor 100 kkal, berapakah suhu air sekarang?

4

63. Es bermassa 200 gram bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  di panasi hingga melebur menjadi air bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  kalor jenis air adalah  $1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es adalah  $80 \text{ kal/gr}$ , tentukan jumlah kalor yg di perlukan untuk proses tersebut!

21

64. Sebanyak 60 kg air panas suhu  $82^{\circ}\text{C}$  mengalir ke dalam bak mandi . Untuk menurunkan suhunya, 300 kg air dingin pada  $10^{\circ}\text{C}$  di tambahkan ke dalam bak mandi tersebut. Berapa suhu akhir campuran?

62

65. Sebatang tembaga panas pada suhu  $200^{\circ}\text{C}$  dan massa 0,5 kg di letakkan di atas sebuah es besar. Berapakah massa es yang melebur?

20

66. Berapa besar kalor yang di perlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya 10 kg dari  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ , jika kalor jenis besi  $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ?

34

67. Berapakah kalori yang di perlukan untuk memanaskan 2 liter air dari  $30^{\circ}\text{C}$  menjadi  $80^{\circ}\text{C}$  jika massa jenis air =  $1 \text{ g/cm}^3$  dan kalor jenis air =  $1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ ?

20

68. Air sebanyak 0,5 kg yang bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  di tuangkan ke dalam bejana dari aluminium yang memiliki massa 0,5 kg. Jika suhu awal bejana sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ , 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 keseimbangan yang tercapai!

- 6
69. Tembaga dengan kalor jenis  $0,1 \text{ kal.gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  mengalami perubahan suhu  $40^\circ\text{C}$ . Apabila kalor yang di serap tembaga selama suhunya berubah adalah 200 kalori, maka tembaga tersebut adalah...
- 47
70. Air bermassa 20 gram dengan kalor jenis  $1 \text{ kal.gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  pada mulanya bersuhu  $30^\circ\text{C}$ . Tentukan perubahan suhu air jika banyaknya kalor yang di serap air adalah 300 kalori!
- 13
71. Sepotong aluminium bermassa 2 kg dan suhunya  $30^\circ\text{C}$ . Kalor jenis aluminium  $900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . Jika suhu batang di kehendaki menjadi  $80^\circ\text{C}$  maka hitunglah jumlah kalor yang harus di berikan pada batang aluminium tersebut?
- 43
72. Suatu radiator pendingin mobil mempunyai luas yang bersinggungan dengan air adalah  $500 \text{ m}^2$ . Beda suhu antara bahan radiator dan air panas adalah  $20^\circ\text{C}$ . Jika bahan radiator adalah bahan logam tertentu yang mempunyai koefisien koneksi  $h = 8 \text{ Wm}^{-2}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  maka hitunglah laju perpindahan kalor pada system radiator ini.
- 29
73. Air bermassa 300 gram dan bersuhu  $40^\circ\text{C}$  di campur air mendidih bermassa 100 gram dan bersuhu  $80^\circ\text{C}$ , (kalor jenis air =  $1 \text{ kal.gram}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ). Suhu air di campur pada saat keseimbangan termal adalah...
- 38
74. Batang besi homogen yang salah satu ujungnya di panasi. Besi tersebut memiliki luas penampang  $24 \text{ cm}^2$  dengan



konduktivitas  $4 \times 10 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ . Panjang batang 3 m dan perbedaan suhu kedua ujung  $50^\circ\text{C}$ . Kalor yang merambat dalam besi selama 2 sekon sebanyak....

- 37
75. Berapa kalor yang di butuhkan untuk menaikkan suhu 500 gram air, dari suhu mula-mula  $20^\circ\text{C}$  menjadi  $100^\circ\text{C}$ ?
- 29
76. Kalor sebanyak 84 kJ di tambahkan pada 500 gram air yang bersuhu  $20^\circ\text{C}$  berapakah suhu air itu? (kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg.kal}$ ).
- 37
77. 4 kg besi di panaskan dari suhu  $20^\circ\text{C}$  hingga  $70^\circ\text{C}$ . Kalor jenis besi  $460 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  berapa energi yang di perlukan untuk memanaskan besi tersebut?
- 25
78. Berapa besar kalor yang di perlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya 10 kg dari  $20^\circ\text{C}$  menjadi  $100^\circ\text{C}$ , jika kalor jenis  $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ?
79. Air yang memiliki temperatur  $25^\circ\text{C}$  di panaskan dengan energi sebesar 1.000 kalori. Jika kapasitas kalor air  $100 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ , tentukan temperatur air setelah pemanasan tersebut?
- 78
80. Suatu kalorimeter berisi es (kalor jenis es =  $0,5 \text{ kal/gr K}$ , kalor lebur es =  $80 \text{ kal/gr}$ ) sebanyak 36 gram pada suhu  $-6^\circ\text{C}$ . Kapasitas kalor kalorimeter ialah  $27 \text{ kal/K}$ . Kemudian ke dalam kalorimeter itu di tuangkan alkohol (kalor jenis alkohol =  $0,58 \text{ kal/gr K}$ ) pada suhu  $50^\circ\text{C}$  yang menyebabkan suhu akhir menjadi  $8^\circ\text{C}$ . Maka massa alkohol yang di tuangkan adalah.....gram.
- 37
81. Pagar Pak Ali terbuat dari aluminium. Jika panjang aluminiumnya pada suhu  $30^\circ\text{C}$  adalah 100 cm. Dengan

koefisien muai panjang alumunium adalah  $0,000025^{\circ}\text{C}$ , hitunglah panjang alumunium pagar pak Ali jika pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ .

- 20
82. Air sebanyak  $0,5\text{ kg}$  yang bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  di tuangkan ke dalam bejana dari alumunium yang memiliki massa  $0,5\text{ kg}$ . Jika suhu awal bejana sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis alumunium  $900\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan kalor jenis air  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan suhu keseimbangan yang tercapai!
- 98
83. Makhluk dari luar angkasa mendarat di bumi. Dalam skala shu mereka, titik lebur es adalah  $15^{\circ}\text{X}$  dan titik uap adalah  $165^{\circ}\text{X}$ . Thermometer mereka menunjukkan suhu bumi adalah  $42^{\circ}\text{X}$ . Berapakah suhu ini pada skala celcius?
- 17
84.  $10\text{ liter}$  air yang mula-mula  $30^{\circ}\text{C}$  di beri kalor sehingga suhunya menjadi  $50^{\circ}\text{C}$  berapa banyaknya kalor yang di berikan pada air, jika kalor jenis air  $4.200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ?
- 65
85. Kalor  $31,5\text{ kJ}$  di lepaskan dari  $1,2\text{ kg}$  es pada suhu  $-15^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu akhirnya, jika kalor jenis es  $2.100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ?
- 6
86. Bila kalor jenis tembaga =  $0,09\text{ kJ/gr}^{\circ}\text{C}$ , maka untuk menaikkan suhu  $600\text{ gr}$  tembaga dari suhu  $30^{\circ}\text{C}$  menjadi  $80^{\circ}\text{C}$  di butuhkan kalor sebanyak....
87. Berapa kalor yang di butuhkan (joule dan kkal) untuk memanaskan  $400\text{ gram}$  es  $c_{\text{es}} = 0,5\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$  dari suhu  $-5^{\circ}\text{C}$  sampai  $25^{\circ}\text{C}$ ....
88. Dalam sebuah kelompok fisika terdiri dari 3 anak yatim, Aci, Boci dan Cimol. Ketiganya memutuskan untuk belajar di

rumah Cimol. Sesampainya di rumah Cimol, Aci merasa haus lalu meminta segelas air pada Cimol. Cimol ternyata mengambil 3 gelas air untuk mereka belajar. Setelah mereka selesai belajar, Aci dan Boci akhirnya pulang. Setelah itu Cimol membereskan meja tempat mereka belajar tadi. Ternyata terdapat sisa air minum dari Aci dan Boci. Sisa air minum Boci bersuhu  $25^{\circ}\text{C}$  dan volumenya setengah dari volume sisa air minum Aci yang bersuhu  $45^{\circ}\text{C}$ . Cimol mencampurkan kedua sisa tadi pada gelas bekasnya. Maka berapakah suhu air campuran pada gelas Cimol....

29

89. Sebatang besi yang massanya 10 kg semula mempunyai suhu  $2^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenisnya  $450 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , berapakah kalor yang di perlukan untuk menaikkan suhu besi menjadi  $12^{\circ}\text{C}$ ?

90.



1

Seorang ibu memandikan bayinya dengan air hangat. Ibu mencampurkan 5 kg air panas  $80^{\circ}\text{C}$  dengan 10 kg air dingin  $20^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu akhir dari air hangat yang di peroleh? (kalor jenis air =

$4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ )

20

91. Sebuah benda hitam yang berbentuk bola yang jari-jarinya 5 cm di jaga pada suhu konstan  $327^{\circ}\text{C}$ . Berapakah laju kalor yang di pancar?

17

92. Sebuah keping logam yang tebalnya 4 mm dengan perbedaan suhu diantara kedua permukaannya  $32^{\circ}\text{C}$  di lalui oleh kalor sebanyak  $200 \text{ kkal/jam}$  setiap  $5 \text{ cm}^2$  luas penampangnya.

Berapakah konduktivitas termalnya di nyatakan dalam waktu  $W/mK$ ?

94

93. Ke dalam 100 air gram yang bersuhu  $40^{\circ}C$  di masukkan es sebanyak 20 gram. Bila suhu mula-mula  $0^{\circ}C$ , berapakah suhu akhir campuran? ( $c_{air} = 1 \text{ kal/gr}^{\circ}C$ ,  $L_{es} = 80 \text{ kal/gr}$ ,  $c_{es} = 0,5 \text{ kal/gr}$ )?

23

94. Masing-masing batang P dan Q memiliki ukuran yang sama, tetapi berbeda jenis logamnya, keduanya saling di dekatkan dan saling bersentuhan. Jika konduktivitas termal logam P dua kali konduktivitas termal Q, maka suhu pada bidang batas P dan Q adalah...

54

95. Karena suhunya di tingkatkan dari  $0^{\circ}C$  menjadi  $100^{\circ}C$  suatu batang baja yang panjangnya 1 meter bertambah panjangnya dengan 1 milimeter. Berapakah pertambahan panjang suatu batang baja yang panjangnya 60 cm, bila di panaskan dari  $0^{\circ}C$  sampai  $120^{\circ}C$ ?

54

96. Jika 75 gram air yang suhunya  $0^{\circ}C$  di campur dengan 50 gram air yang suhunya  $100^{\circ}C$  maka suhu akhir campurannya adalah....

- 97.



50

Dua batang logam sejenis A dan B penampangnya, berbanding  $2 : 1$  sedangkan panjangnya berbanding  $3 : 4$ . Bila beda suhu ujung-ujung kedua batang sama, maka jumlah rambatan kalor tiap satuan waktu pada A dan B berbanding...

- 13
98. 50 gram es pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  di masukkan ke dalam 200 gram air bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor lebur es  $80^{\circ}\text{C}$  kal/gr dan kalor jenis air  $1$  kal/gr $^{\circ}\text{C}$ , suhu akhir campuran.....
- 29
99. Untuk menaikkan suhu  $1$  kg benda dari  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $50^{\circ}\text{C}$  memerlukan kslor  $45 \times 10^3$  kaloro. Kalor jenis benda tersebut adalah....
- 6
100. Dalam botol terdapat 230 gram kopi pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  . di tambahkan susu sebanyak 20 gram bersuhu  $5^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu campuran? ( $c_{\text{air}} = c_{\text{kopi}} = c_{\text{susu}} = 1,00$  kal/gr $^{\circ}\text{C}$ ).
- 24
101. Untuk keadaan barometer 76 cmHg. Kalor jenis air  $4.200$  J/kg $^{\circ}\text{C}$ , kalor didih air  $2,26 \times 10^6$  J/kg, kalor jenis uap air  $12.600$  J/kg. Keadaan akhir yang dapat di capai jika pada 100 gram air bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  di beri kalor sejumlah  $2,5 \times 10^6$  J adalah.....
- 93
102. Sepotong logam massanya  $1$  kg dan suhunya  $80^{\circ}\text{C}$  di masukkan ke dalam air  $2$  kg yang suhunya  $20^{\circ}\text{C}$  setelah setimbang suhu campuran menjadi  $23^{\circ}\text{C}$ . Bila kalor jenis air  $1$  kal/g $^{\circ}\text{C}$ , maka kalor jenis logam adalah....



"Sesuatu yang sulit itu mudah, merupakan moto penulisan buku ini. Penulis bertekad untuk mengemas buku ini agar mudah untuk dipelajari dan mengasyikkan. Penulis menyajikan buku dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif yang bertujuan untuk mereduksi miskonsepsi materi kalor dengan menggunakan strategi konflik kognitif. Ini penting, agar siswa mudah mengikuti alur konsep yang harus dikuasai dan tidak menjenuhkan.

"Berkembang sesuai kecerdasan masing-masing siswa." Ini adalah moto kedua dari penulisan buku ajar ini. Penulis berharap dengan menggunakan buku ajar ini siswa dapat berkembang sesuai tingkat kecerdasan siswa. Karena pada kenyataannya tiap orang memiliki minat, bakat, dan kecerdasan yang berbeda. Buku ajar ini menekankan pada proses belajar yang bermakna dan ketercapaian untuk mereduksi miskonsepsi materi kalor dengan menggunakan strategi konflik kognitif.



**CV. PUSTAKA ILALANG Group**  
Jl. Airlangga No. 3 Sukodadi Lamongan  
Jalan raya Lamongan - Mantuo 16 km  
Kembangbahu Lamongan 62282  
Email: pustaka\_ilalang@yahoo.co.id

ISBN 978-623-7731-79-5



# HENY BUKU

## ORIGINALITY REPORT

58%

SIMILARITY INDEX

58%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

16%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	5%
2	<a href="http://anyflip.com">anyflip.com</a> Internet Source	4%
3	<a href="http://dosenmipa.com">dosenmipa.com</a> Internet Source	3%
4	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	3%
5	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Internet Source	3%
6	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	2%
7	<a href="http://ardi-thermodynamics.blogspot.com">ardi-thermodynamics.blogspot.com</a> Internet Source	2%
8	<a href="http://vetra-nigel.blogspot.com">vetra-nigel.blogspot.com</a> Internet Source	2%
9	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	2%
10	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	2%
11	<a href="http://www.fisikabc.com">www.fisikabc.com</a> Internet Source	2%
12	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Internet Source	1%



13	Internet Source	1 %
14	<a href="http://indahdwirosyono.blogspot.com">indahdwirosyono.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
15	<a href="http://repository.uhn.ac.id">repository.uhn.ac.id</a> Internet Source	1 %
16	<a href="http://ftp.unpad.ac.id">ftp.unpad.ac.id</a> Internet Source	1 %
17	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	1 %
18	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Internet Source	1 %
19	Submitted to Universitas Jember Student Paper	1 %
20	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	1 %
21	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	1 %
22	<a href="http://eprints.walisongo.ac.id">eprints.walisongo.ac.id</a> Internet Source	1 %
23	<a href="http://www.lakonfisika.net">www.lakonfisika.net</a> Internet Source	1 %
24	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	1 %
25	<a href="http://fisikamilenial.blogspot.com">fisikamilenial.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
26	<a href="http://precidentphysic.blogspot.com">precidentphysic.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
27	<a href="http://akademik.uhn.ac.id">akademik.uhn.ac.id</a> Internet Source	1 %
28	<a href="http://repository.usd.ac.id">repository.usd.ac.id</a>	

Internet Source

1 %

29

[brainly.co.id](http://brainly.co.id)

Internet Source

1 %

30

[lib.unnes.ac.id](http://lib.unnes.ac.id)

Internet Source

1 %

31

[haiz-fisika.blogspot.com](http://haiz-fisika.blogspot.com)

Internet Source

1 %

32

[digilib.alazka.org](http://digilib.alazka.org)

Internet Source

<1 %

33

[informasifisika.blogspot.com](http://informasifisika.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

34

[repository.radenintan.ac.id](http://repository.radenintan.ac.id)

Internet Source

<1 %

35

[digilib.uin-suka.ac.id](http://digilib.uin-suka.ac.id)

Internet Source

<1 %

36

[dokumen.tips](http://dokumen.tips)

Internet Source

<1 %

37

[sumberbelajar.seamolec.org](http://sumberbelajar.seamolec.org)

Internet Source

<1 %

38

[repositori.uin-alauddin.ac.id](http://repositori.uin-alauddin.ac.id)

Internet Source

<1 %

39

[arifx-aman.blogspot.com](http://arifx-aman.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

40

[repository.ar-raniry.ac.id](http://repository.ar-raniry.ac.id)

Internet Source

<1 %

41

[repo.iain-tulungagung.ac.id](http://repo.iain-tulungagung.ac.id)

Internet Source

<1 %

42

[contohmakalahfisikakelas11.blogspot.com](http://contohmakalahfisikakelas11.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

43

[latepeak.blogspot.com](http://latepeak.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

44

[repository.uinjkt.ac.id](http://repository.uinjkt.ac.id)

Internet Source

<1 %

45

[epdf.pub](http://epdf.pub)

Internet Source

<1 %

46

[ptrynarn.blogspot.com](http://ptrynarn.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

47

[repository.fkip.unja.ac.id](http://repository.fkip.unja.ac.id)

Internet Source

<1 %

48

[jainaltogatorop.wordpress.com](http://jainaltogatorop.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

49

[gurumuda.net](http://gurumuda.net)

Internet Source

<1 %

50

[haris1970.blogspot.com](http://haris1970.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

51

[look-better.icu](http://look-better.icu)

Internet Source

<1 %

52

[www.amongguru.com](http://www.amongguru.com)

Internet Source

<1 %

53

[psg15.um.ac.id](http://psg15.um.ac.id)

Internet Source

<1 %

54

[doku.pub](http://doku.pub)

Internet Source

<1 %

55

[eprints.uny.ac.id](http://eprints.uny.ac.id)

Internet Source

<1 %

56

[bahanajar.ditpsmk.net](http://bahanajar.ditpsmk.net)

Internet Source

<1 %

57

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Internet Source

<1 %

58

[repository.uhamka.ac.id](http://repository.uhamka.ac.id)

Internet Source

<1 %

59

[harycahyadi.wordpress.com](http://harycahyadi.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

60

[anwarandi.blogspot.com](http://anwarandi.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

61

[pakarisfisika.blogspot.com](http://pakarisfisika.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

62

[solusiwiki.com](http://solusiwiki.com)

Internet Source

<1 %

63

Submitted to Yonkers High School

Student Paper

<1 %

64

[fisika.fmipa.unesa.ac.id](http://fisika.fmipa.unesa.ac.id)

Internet Source

<1 %

65

[semua-ilmu-monga.blogspot.com](http://semua-ilmu-monga.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

66

[arinagrande.wordpress.com](http://arinagrande.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

67

[ml.scribd.com](http://ml.scribd.com)

Internet Source

<1 %

68

[vdocuments.site](http://vdocuments.site)

Internet Source

<1 %

69

[p4tkipa.kemdikbud.go.id](http://p4tkipa.kemdikbud.go.id)

Internet Source

<1 %

70

[tryanti-ms.weebly.com](http://tryanti-ms.weebly.com)

Internet Source

<1 %

71

[epdf.tips](http://epdf.tips)

Internet Source

<1 %

72

[id.scribd.com](http://id.scribd.com)

Internet Source

<1 %

73

[poojetz.wordpress.com](http://poojetz.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

74

[blog.asmadinya.com](http://blog.asmadinya.com)

Internet Source

<1 %

75

[he-wroteyou.xyz](http://he-wroteyou.xyz)

Internet Source

<1 %

76

[vdocuments.mx](http://vdocuments.mx)

Internet Source

<1 %

77

[123dok.com](http://123dok.com)

Internet Source

<1 %

78

[dokument.pub](http://dokument.pub)

Internet Source

<1 %

79

[doreola1206.files.wordpress.com](http://doreola1206.files.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

80

[id.123dok.com](http://id.123dok.com)

Internet Source

<1 %

81

[indahho.blogspot.com](http://indahho.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

82

[repository.uinmataram.ac.id](http://repository.uinmataram.ac.id)

Internet Source

<1 %

83

[pdfcoffee.com](http://pdfcoffee.com)

Internet Source

<1 %

84

[repositori.kemdikbud.go.id](http://repositori.kemdikbud.go.id)

Internet Source

<1 %

85

[chochoblue.blogspot.com](http://chochoblue.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

86

[es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

Internet Source

<1 %

87

[fisikamanargamakmur-sunardi.blogspot.com](http://fisikamanargamakmur-sunardi.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

88

[guruipamtsn4cirebon.blogspot.com](http://guruipamtsn4cirebon.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

89

[jasapembuatanaplikasiandroidtoko.blogspot.com](http://jasapembuatanaplikasiandroidtoko.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

90

[totobiounigal.blogspot.com](http://totobiounigal.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

91

[wahyuni7878.blogspot.com](http://wahyuni7878.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

92

[ar.scribd.com](http://ar.scribd.com)

Internet Source

<1 %

93

[ia903001.us.archive.org](http://ia903001.us.archive.org)

Internet Source

<1 %

94

[intan-fisika.blogspot.com](http://intan-fisika.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

95

[ramlannarie.blogspot.com](http://ramlannarie.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

96

[edoc.pub](http://edoc.pub)

Internet Source

<1 %

97

[miftasiva.blogspot.com](http://miftasiva.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

98

[repository.wima.ac.id](http://repository.wima.ac.id)

Internet Source

<1 %

99

[sekolahbagiilmu.blogspot.com](http://sekolahbagiilmu.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

100

[veramysself.files.wordpress.com](http://veramysself.files.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

101

[www.pinterpandai.com](http://www.pinterpandai.com)

Internet Source

<1 %

102

[www.nafiun.com](http://www.nafiun.com)

Internet Source

<1 %

103

[irsanwahab.wordpress.com](http://irsanwahab.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

104

rahayuagustin05.blogspot.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

# HENY BUKU

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---

PAGE 13

---

PAGE 14

---

PAGE 15

---

PAGE 16

---

PAGE 17

---

PAGE 18

---

PAGE 19

---

PAGE 20

---

PAGE 21

---

PAGE 22

---

PAGE 23

---

PAGE 24

---

PAGE 25

---

PAGE 26

---

PAGE 27

---

PAGE 28

---

PAGE 29

---

PAGE 30

---

PAGE 31

---

PAGE 32

---



PAGE 33

---

PAGE 34

---

PAGE 35

---

PAGE 36

---

PAGE 37

---

PAGE 38

---

PAGE 39

---

PAGE 40

---

PAGE 41

---

PAGE 42

---

PAGE 43

---

PAGE 44

---

PAGE 45

---

PAGE 46

---

PAGE 47

---

PAGE 48

---

PAGE 49

---

PAGE 50

---

PAGE 51

---

PAGE 52

---

PAGE 53

---

PAGE 54

---

PAGE 55

---

PAGE 56

---

PAGE 57

---

PAGE 58

---

PAGE 59

---

PAGE 60

---

PAGE 61

---

PAGE 62

---

PAGE 63

---

PAGE 64

---

PAGE 65

---

PAGE 66

---

PAGE 67

---

PAGE 68

---

PAGE 69

---

PAGE 70

---

PAGE 71

---

PAGE 72

---

PAGE 73

---

PAGE 74

---

PAGE 75

---

PAGE 76

---

PAGE 77

---

PAGE 78

---

PAGE 79

---

PAGE 80

---

PAGE 81

---

PAGE 82

---

PAGE 83

---

PAGE 84

---

PAGE 85

---

PAGE 86

---

PAGE 87

---

PAGE 88

---

PAGE 89

---

PAGE 90

---

PAGE 91

---

PAGE 92

---

PAGE 93

---

PAGE 94

---

PAGE 95

---

PAGE 96

---

PAGE 97

---

PAGE 98

---

PAGE 99

---

PAGE 100

---

PAGE 101

---

PAGE 102

---