

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Pembelajaran aktif tipe *Question Student Have* pernah dilakukan oleh Indra Kreshna dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran Aktif *Question Student Have* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pembelajaran Kimia Di Kelas XI IPA SMA TRI DARMA Palembang”.¹¹ Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan klasikal sebesar 87,18%.

Siti Luthfiah dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran *Active Learning* Tipe *Question Student Have* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Pokok Logika Matematika Kelas X A MA Jatul Ulum Brabo Grobogan Tahun Pelajaran 2010/2011”.¹² Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan pada hasil belajar.

Penelitian-penelitian di atas memiliki perbedaan dan persamaan dengan penelitian yang akan diteliti sekarang. Perbedaannya adalah pada mata pelajarannya. Peneliti-peneliti terdahulu menggunakan mata pelajaran

¹¹Indra Kreshna, *Penerapan Model Pembelajaran Aktif Tipe Question Student Have Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pembelajaran Kimia Di Kelas XI SMA Tri Darma Palembang*.

¹²Penerapan Model Pembelajaran *Active Learning* Tipe *Question Student Have* (QSH) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Pokok Logika Matematika Kelas XA MA Tajul Ulum Brabo Grobogan Tahun Pelajaran 2010/2011, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2011

matematika dan kimia. Sedangkan pada penelitian yang akan diteliti sekarang mata pelajaran fisika. Persamaan yang dimiliki pada penelitian tersebut adalah sama-sama menerapkan pembelajaran tipe *Question Student Have*.

B. Belajar dan Pembelajaran

1. Pengertian Belajar

Pada kamus besar bahasa Indonesia, dijelaskan bahwa definisi dari belajar adalah berusaha memperoleh kepandaian atau ilmu.¹³ Dalam referensi lain pengertian Belajar ialah suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.¹⁴ Belajar merupakan sebuah proses yang kompleks yang terjadi pada semua orang dan berlangsung seumur hidup, sejak masih bayi (bahkan dalam kandungan) hingga liang lahat.¹⁵ Oemar Hamalik dalam bukunya, belajar adalah modifikasi atau memperteguh kelakuan melalui pengalaman (*Learning is defined as the modification or strengthening of*

¹³Tim penyusun kamus, *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Kedua*, Jakarta: Balai Pustaka, 1995, h.14

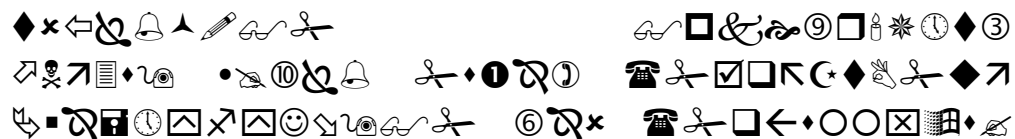
¹⁴Slameto, *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*, Jakarta: Rineka Cipta, 2010, h. 2.

¹⁵Eveline Siregar dan Hartini Nara, *Teori Belajar dan Pembelajaran*, Bogor: Ghalia Indonesia, 2010, h.3

behavior through experiencing). Menurut pandangan ini belajar merupakan suatu proses, suatu kegiatan dan bukan suatu hasil atau tujuan.¹⁶

Muhibbin Syah dalam bukunya, bahwa *Learning is a change in organism due to experience which can affect the organism's behavior*. Artinya, belajar adalah suatu perubahan yang terjadi dalam diri organisme (manusia atau hewan) disebabkan oleh pengalaman yang dapat memengaruhi tingkah laku organisme tersebut.¹⁷ Reber sebagaimana juga yang dikutip oleh Muhibbin Syah dalam kamus susunannya yang tergolong modern, *Dictionary of Psychology* membatasi belajar dengan dua macam definisi. Pertama, belajar adalah *The process of acquiring knowledge*, yakni proses memperoleh pengetahuan. Kedua, belajar adalah *A relatively permanent change in response potentiality which occurs as a result of reinforced practice*, yaitu suatu perubahan kemampuan bereaksi yang relatif langgeng sebagai hasil praktik yang diperkuat.¹⁸

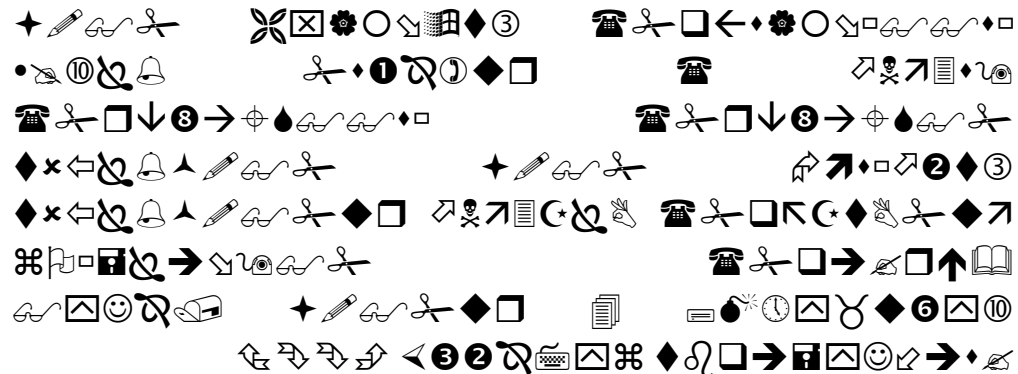
Belajar dalam pandangan islam juga dijelaskan dalam ayat al-qur'an surah Al-mujaadilah ayat 11 sebagai berikut:



¹⁶Oemar Hamalik, *Proses Belajar Mengajar*, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2007, h.27

¹⁷Muhibbin Syah, *Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru*, Bandung, PT Remaja Rosdakarya, 2010, h.88

¹⁸*Ibid*, h.89



Artinya: “Hai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan padamu:” Berlapang-lapanglah dalam majelis”, maka lapangkan lah, niscaya Allah akan memberikan kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan:” Berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggalkan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat, Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (Q.S Mujaadilah: 11)

2. Ciri-ciri Belajar

Pengertian belajar yang telah dijelaskan dari beberapa definisi, terdapat ciri-ciri yang harus diketahui, yaitu:

- a. Perubahan terjadi secara sadar.
- b. Perubahan dalam belajar bersifat kontinu dan fungsional.
- c. Perubahan dalam belajar bersifat positif dan aktif.
- d. Perubahan dalam belajar bukan bersifat sementara.
- e. Perubahan dalam belajar bertujuan atau terarah.
- f. Perubahan mencakup seluruh aspek tingkah laku.¹⁹

Belajar menurut Hasibuan dan Moedjiono memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (a) Belajar menyebabkan perubahan pada aspek-aspek kepribadian, (b) Belajar adalah perbuatan sadar, (c) Belajar hanya terjadi melalui

¹⁹ Slameto, *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*, Jakarta: Rineka Cipta, 2010, h.3

pengalaman, (d) Belajar menyebabkan perubahan menyeluruh, yang meliputi norma, sikap, fakta, pengertian, kecakapan, dan keterampilan, (e) Perubahan tingkah laku berlangsung dari yang paling sederhana sampai pada yang paling kompleks.²⁰

3. Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional, untuk membuat siswa belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar.²¹ Pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berfikir yang dapat meningkatkan kemampuan berfikir siswa, serta dapat meningkatkan kemampuan mengkonstruksi pengetahuan baru sebagai upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pembelajaran.²²

Winkel dalam bukunya, yang dikutip oleh Eveline Siregar dan Hartini Nara mengatakan, pembelajaran adalah seperangkat tindakan yang dirancang untuk mendukung proses belajar siswa, dengan memperhitungkan kejadian-kejadian ekstrim yang berperan terhadap rangkaian kejadian-kejadian intern yang berlangsung dialami siswa.²³

²⁰Hasibuan & Moedjiono, *Proses Belajar Mengajar*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 1988, h. 3

²¹ Syiful Sagala, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, Bandung: CV Alfabeta, h. 62

²²Ibid, h.62

²³Eveline Siregar dan Hartini nara, *Teori Belajar dan Pembelajaran*, Bogor: Ghalia Indonesia, 2010, h. 12

C. Hasil Belajar

Hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya yang pada hakekatnya adalah perubahan tingkah laku yang mencakup bidang kognitif, afektif dan psikomotor.²⁴ Hasil belajar merupakan realisasi atau pemekaran dari kecakapan-kecakapan potensial atau kapasitas yang dimiliki seseorang. Hasil belajar seseorang dapat dilihat dari perilakunya, baik perilaku dalam bentuk penguasaan pengetahuan, keterampilan berfikir maupun keterampilan motorik. Bloom menyatakan bahwa hasil belajar mencakup kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotrik.²⁵

Dimiyati dan Mudjiono mendefinisikan hasil belajar sebagai hasil proses belajar atau proses pembelajaran.²⁶ Pelaku aktif pembelajaran adalah guru. Dengan demikian, hasil belajar merupakan hal yang dapat dipandang dari dua sisi, yaitu :

1. *Dari sisi siswa*, hasil belajar merupakan tingkat perkembangan mental yang lebih baik bila dibandingkan pada saat sebelum belajar. Tingkat perkembangan mental tersebut terwujud pada jenis-jenis ranah kognitif,

²⁴Nana Sudjana. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 1989, h. 2-3.

²⁵Agus Suprijono, *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi Paikem*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2009, h.6

²⁶ Dimiyati dan Mudjiono, *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta, 2006, h. 250-251

afektif, dan psikomotor. Hasil belajar merupakan hasil pembelajaran yang terkait dengan bahan pelajaran.

2. *Dari sisi guru*, hasil belajar merupakan saat terselesikannya bahan pelajaran.²⁷

D. Strategi Pembelajaran Aktif

Dunia pendidikan mengenal istilah strategi yang diartikan sebagai “*a plan, method, or series of activities designed to achieves a particular educational goal*”.²⁸ Jadi dengan demikian strategi pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu perencanaan yang berisi tentang rangkaian kegiatan yang didesain untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu²⁹

Nana Sudjana menyatakan dalam bukunya, bahwa strategi mengajar merupakan tindakan guru dalam melaksanakan rencana mengajar, artinya usaha guru dalam menggunakan beberapa variabel pengajaran seperti tujuan, bahan, metode dan alat serta evaluasi, agar dapat mempengaruhi siswa mencapai tujuan yang telah ditetapkan.³⁰

Pembelajaran aktif adalah suatu pembelajaran yang mengajak siswa/ mahasiswa untuk belajar secara aktif.³¹ Selain itu pembelajaran aktif adalah suatu

²⁷*Ibid*.h.250-251

²⁸ Wina, sanjaya, *Kurikulum dan Pembelajaran Teori dan Praktik Pengembangan Kurikulum tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group,2008,h.294

²⁹*Ibid*, h. 294

³⁰Ahmad, Sabri. *Strategi Belajar Mengajar dan Micro Teaching*. Jakarta : Ciputat Press.2005, h.2

pembelajaran yang mengajak peserta didik untuk belajar secara aktif dari awal sampai akhir pembelajaran. Ketika peserta didik belajar dengan aktif, berarti mereka yang mendominasi aktifitas pembelajaran.³²

Pembelajaran aktif merupakan sebuah pembelajaran yang membuat siswa lebih aktif pada proses belajar mengajar. Salah satu model pembelajaran yang mendukung strategi pembelajaran aktif adalah model pembelajaran kooperatif. Model pembelajaran kooperatif adalah model pembelajaran yang mengelompokkan siswa untuk tujuan menciptakan pendekatan pembelajaran yang berhasil yang mengintegrasikan keterampilan sosial yang bermuatan akademik.³³

Arends dalam bukunya yang dikutip oleh Trianto, pelajaran yang menggunakan pembelajaran kooperatif memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Siswa bekerja dalam kelompok secara kooperatif untuk menuntaskan materi belajar.
2. Kelompok dibentuk dari siswa yang mempunyai kemampuan tinggi, sedang, dan rendah.
3. Bila memungkinkan, anggota kelompok berasal dari ras, budaya, suku, jenis kelamin yang beragam, dan

³¹Hisyam Zaini,dkk, *Strategi Pembelajaran Aktif*, Yogyakarta: Pustaka Insan Madani, 2008, h.2-3

³²*Ibid*, h. 4.

³³Isjoni, *Pembelajaran Kooperatif Meningkatkan Kecerdasan Komunikasi Antar Peserta Didik*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2011, h. 27

4. Penghargaan lebih berorientasi kepada kelompok dari pada individu.³⁴

Sintak model pembelajaran kooperatif terdiri dari 6 (enam) fase sebagai berikut :

Tabel 2.1 Sintak Model Pembelajaran Kooperatif

FASE-FASE	PERILAKU GURU
Fase-1 Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	Menjelaskan tujuan pelajaran yang ingin dicapai pada pelajaran tersebut dan memotivasi siswa belajar
Fase-2 Menyajikan informasi	Mempresentasikan informasi kepada siswa secara verbal
Fase-3 Mengorganisasikan siswa ke dalam tim-tim belajar	Memberikan penjelasan kepada siswa tentang tata cara pembentukan tim belajar dan membantu setiap kelompok agar melakukan transisi yang efisien.
Fase-4 Membantu kerja tim dan belajar	Membantu tim-tim belajar selama siswa mengerjakan tugasnya.
Fase-5 Mengevaluasi	Menguji pengetahuan siswa mengenai berbagai materi pembelajaran atau kelompok-kelompok mempersentasikan hasil kerjanya.
Fase-6 Memberi pengakuan atau penghargaan	Mempersiapkan cara untuk mengakui usaha dan prestasi individu maupun kelompok. ³⁵

E. Pembelajaran *Question Student Have*

1. Pengertian Strategi *Question Student Have*

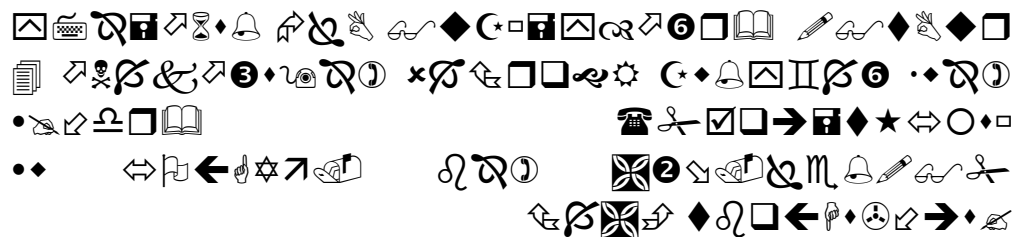
Keterampilan bertanya adalah suatu pengajaran itu sendiri, sebab pada umumnya guru dalam pengajarannya selalu menggunakan tanya jawab.

³⁴Trianto, *Model-model Pem belajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*, Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher, 2007, h. 47

³⁵Agus Suprijono, *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi Paikem*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2009, h. 65

Keterampilan bertanya merupakan keterampilan yang digunakan untuk mendapatkan jawaban dari orang lain. Hampir seluruh proses evaluasi, pengukuran, penilaian dan pengujian dilakukan melalui pertanyaan.³⁶

Belajar pada hakekatnya adalah bertanya dan menjawab pertanyaan. Bertanya dapat dipandang sebagai refleksi dari keingintahuan setiap individu. Sedangkan menjawab pertanyaan mencerminkan kemampuan seseorang dalam berfikir.³⁷ Karena itu peran bertanya sangat penting, sebab melalui pertanyaan-pertanyaan guru dapat membimbing dan mengarahkan siswa untuk menemukan setiap materi yang dipelajarinya. Dalam kajian ayat Al-qur'an juga dijelaskan bahwa bertanya kepada orang yang memiliki pengetahuan merupakan strategi yang digunakan dalam memecahkan masalah. Penjelasan tersebut terkandung dalam ayat An-nahl:43



Artinya: “Dan kami tidak mengutus sebelum kamu, kecuali orang-orang lelaki yang kami beri wahyu kepada mereka, maka bertanyalah kepada orang yang mempunyai pengetahuan”. (Q.S An-Nahl: 43)

³⁶Marno dan M. Idris, *Strategi Pembelajaran*, Jakarta: Kencana Prenada Media, 2008, h.266

³⁷Wina Sanjaya, *Strategi Pembelajaran*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2006, h. 266

Pembelajaran yang produktif terdapat kegiatan bertanya yang sangat berguna untuk:

- a. Menggali informasi tentang kemampuan siswa dalam penguasaan materi pelajaran.
- b. Membangkitkan motivasi siswa untuk belajar.
- c. Merangsang keingintahuan siswa terhadap sesuatu.
- d. Memfokuskan siswa pada sesuatu yang diinginkan.
- e. Membimbing siswa untuk menemukan atau menyimpulkan sesuatu.³⁸

Malvin L. Silberman dalam bukunya, menyatakan bahwa strategi *Question Student Have* merupakan cara pembelajaran siswa aktif yang tidak membuat siswa takut untuk mempelajari apa yang mereka harapkan dan butuhkan.³⁹ Hal ini senada dengan pendapat Hasyim Zaini dan kawan-kawan bahwa *Question Student Have* adalah teknik yang mudah dilakukan yang dipakai untuk mengetahui kebutuhan dan harapan peserta didik.⁴⁰

Penjelasan pengertian strategi *Question Student Have* dapat disimpulkan bahwa strategi *Question Student Have* adalah suatu strategi pembelajaran siswa aktif membuat pertanyaan akan pelajaran yang

³⁸*Ibid*, h. 266

³⁹Melvin L. Silberman, *Active Learning*, Bandung: Nusamedia. 2006, h. 91

⁴⁰Hisyam Zaini, dkk, *Strategi Pembelajaran Aktif*, Yogyakarta: Pustaka Insan Madani, 2008, h.17

dibutuhkannya sehingga kemampuan yang dimilikinya tergali secara maksimal.

2. Langkah-langkah Strategi *Question Student Have*

Strategi *Question Student Have* dapat digunakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:⁴¹

- a. Bagikan potongan-potongan kertas (ukuran kartu pos) kepada siswa.
- b. Minta setiap siswa untuk menuliskan satu pertanyaan apa saja yang berkaitan dengan materi pelajaran (tidak perlu nulis nama).
- c. Setelah semua selesai membuat pertanyaan masing-masing siswa diminta untuk memberikan kertas yang berisi pertanyaan kepada teman di samping kirinya. Dalam hal ini jika posisi duduk siswa adalah lingkaran, nantinya akan terjadi gerakan perputaran kertas searah jarum jam. Jika posisi duduk mereka berderet sesuai dengan posisi mereka asalkan semua siswa dapat giliran untuk membaca semua pertanyaan dari teman-teman.
- d. Pada saat menerima kertas dari teman disampingnya, siswa diminta untuk membaca pertanyaan yang ada. Jika pertanyaan itu juga ingin dia ketahui jawabannya, maka dia harus memberi tanda centang (✓), jika tidak ingin diketahui atau tidak menarik, berikan langsung pada teman di samping kiri. Dan begitu seterusnya sampai semua soal kembali kepada pemiliknya.

⁴¹ *Ibid*, h.17

- e. Ketika kertas pertanyaan tadi kembali kepada pemiliknya, siswa diminta untuk menghitung tanda centang (√) yang ada pada kertasnya. Pada saat ini carilah pertanyaan yang mendapat tanda centang paling banyak.
- f. Beri respon kepada pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan: 1) Jawaban langsung secara singkat, 2) Menunda jawaban sampai pada waktu yang tepat atau waktu membahas topik tersebut. Jawaban secara pribadi dapat diberikan di luar kelas.
- g. Jika waktu cukup, minta beberapa orang siswa untuk membacakan pertanyaan yang ia tulis meskipun tidak mendapat tanda centang yang banyak kemudian beri jawaban.
- h. Kumpulkan semua kertas. Besar kemungkinan ada pertanyaan-pertanyaan yang akan dijawab jawab pada pertemuan berikutnya.⁴²

Langkah-langkah yang telah dijelaskan di atas jika kelas terlalu besar hingga akan memakan waktu yang banyak untuk memutar kertas, maka pecahlah siswa menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil dan kemudian ikuti instruksi seperti di atas.⁴³ Atau dapat juga dengan mengumpulkan pertanyaan-pertanyaan tersebut tanpa di putar kemudian beberapa pertanyaan diambil secara acak.⁴⁴

⁴²Ahmad, Sabri. *Strategi Belajar Mengajar dan Micro Teaching*. Jakarta : Ciputat Press.2005, h.127-128

⁴³Melvin L. Silberman, *Active Learning*, Bandung: Nusamedia. 2006, h. 92

⁴⁴*Ibid*, h. 92

3. Jenis-jenis Pertanyaan *Question Student Have*

Untuk memudahkan dan tercapainya tujuan penggunaan strategi *Question Student Have* maka penting untuk mengetahui jenis-jenis pertanyaan, dimana menurut Taksonomi Bloom terdiri dari:⁴⁵

a. Pertanyaan pengetahuan

Adalah pertanyaan yang hanya mengharapkan jawaban yang sifatnya hafalan atau ingatan terhadap apa yang telah dipelajari murid. Kata-kata yang sering digunakan dalam penyusunan pertanyaan ini biasanya adalah apa, kapan, siapa atau sebutkan.

b. Pertanyaan pemahaman

Adalah pertanyaan yang menuntut jawaban dengan jalan mengorganisasi informasi yang pernah diterimanya dengan kata-kata sendiri atau menginterpretasikan informasi yang dilukiskan melalui grafik atau kurva dengan jalan membanding-bandingkan. Kata-kata yang sering digunakan adalah jelaskan dan uraikan.

c. Pertanyaan penerapan

Adalah pertanyaan yang menuntut jawaban tunggal dengan cara menerapkan pengetahuan, informasi, aturan-aturan, kriteria dan lain-lain yang pernah diterimanya pada suatu kasus atau kejadian yang sesungguhnya.

⁴⁵ Marno dan M. Idris. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media. 2008, h.135

d. Pertanyaan analisis

Adalah pertanyaan yang menuntut jawaban dengan cara mengidentifikasi motif masalah yang ditampilkan, mencari bukti-bukti atau kejadian-kejadian yang menunjang suatu kesimpulan atau generalisasi yang ditampilkan, dan menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang ada.

4. Kelebihan Strategi *Question Student Have*

Strategi dalam pelajaran pada umumnya mempunyai kelebihan, begitupun dengan strategi *Question Student Have*. Kelebihan dari strategi ini sebagai berikut:

- a. Pertanyaan dapat menarik dan memusatkan perhatian siswa, sekalipun ketika itu siswa sedang ribut, yang mengantuk kembali tegar dan hilang kantuknya.
- b. Merangsang siswa untuk melatih dan mengembangkan daya pikir, termasuk daya ingatan.
- c. Mengembangkan keberanian dan keterampilan siswa dalam menjawab dan mengemukakan pendapat.

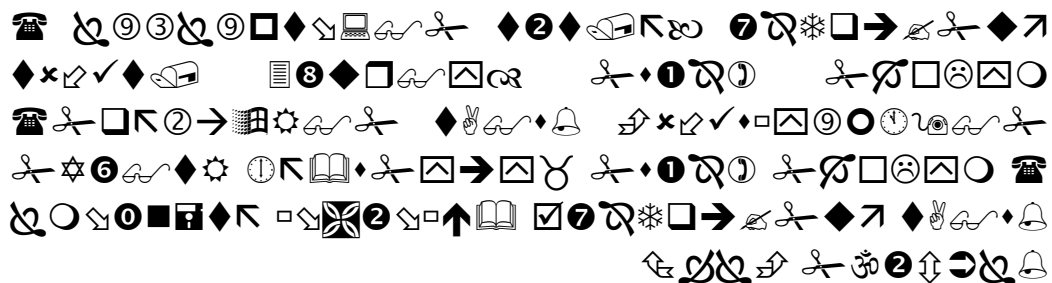
5. Kelemahan Strategi *Question Student Have*

- a. Tidak semua siswa membuat pertanyaan yang sifatnya hitungan karena tingkat kemampuan siswa dalam kelas berbeda-beda.
- b. Waktu yang digunakan sering terbuang karena harus menunggu siswa sewaktu diberi kesempatan untuk membuat pertanyaan.

- c. Tidak teridentifikasinya perubahan frekuensi bertanya siswa, sehingga keaktifan siswa belum terukur secara maksimal.

F. Kalor

Kalor adalah energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah ketika benda bersentuhan.⁴⁶ Benda yang menerima kalor, suhunya akan naik atau wujudnya berubah. Benda yang melepas kalor suhunya akan turun atau wujudnya berubah. Kalor merupakan bentuk energi, oleh karena itu satuan kalor dalam sistem internasional (SI) sama dengan satuan energi yaitu joule (J). Satuan selain joule yang sering digunakan adalah kalori (kal). Satu kalori didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan oleh satu gram air untuk menaikkan suhunya sebesar 1°C.⁴⁷ Kalor jika ditinjau dari nilai islaminya dijelaskan dalam Al-qur'an surah Al-Kahfi ayat: 96



Artinya: Berilah aku potongan-potongan besi. “Hingga ketika besi itu telah sama rata dengan kedua gunung itu, berkatalah Dzulkarnain, “tiuplah (api itu).” Ketika besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, “berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu.” (Q.S Al-Kahfi: 96)

⁴⁶Yayan,Wulandari,1001 *Ulasan Fisika SMA*, Tangerang: Scientific Press, 2012, h. 225

⁴⁷ Bob,Foster, *Terpadu Fisika SMU JILID 1B*, Bandung: Erlangga, 2003, h.168

1. Persamaan Kalor

Joseph Black merupakan orang yang pertama menyadari kenaikan suhu suatu benda dapat digunakan untuk menentukan banyaknya kalor yang diserap oleh benda. Besarnya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebanding dengan massa zat (m) dan kenaikan suhunya (ΔT) dan tergantung jenis zat yang dipanaskan yang memiliki kalor jenis (c) yang berbeda satu dengan yang lainnya sehingga persamaannya adalah

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2.1)^{48}$$

Keterangan:

Q = kalor yang diperlukan (J)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis (J/kg K)

ΔT = perubahan suhu benda (K)

Kalor jenis (c) didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C.⁴⁹ Kalor jenis adalah sifat khas suatu zat yang menunjukkan kemampuannya untuk menyerap kalor. Zat yang kalor jenisnya tinggi mampu menyerap lebih banyak kalor untuk menaikkan

⁴⁸Marthen, Kanganin, *FISIKA 1B Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga, 2006, h.235

⁴⁹Yayan, Wulandari, *1001 Ulasan Fisika SMA*, Tangerang: Scientific Press, 2012, h. 225

suhu yang rendah.⁵⁰ Kalor jenis suatu zat dapat ditentukan dari persamaan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad (2.2)^{51}$$

Keterangan:

Q = kalor yang diperlukan (J)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis (J/kg K)

ΔT = perubahan suhu benda (K)

Tabel 2.2 Tabel Kalor Jenis Zat

No	Nama zat	Kalor jenis	
		J/kg ^o C	Kal/g ^o C
1	Aluminium	900	0,215
2	Kadmium	230	0,055
3	Tembaga	387	0,092
4	Emas	129	0,030
5	Besi	448	0,107
6	Timah	128	0,030
7	Silikon	703	0,168
8	Perak	234	0,056
9	Kuningan	380	0,092
10	Gelas	837	0,200
11	Es (-5 ^o C)	2.090	0,50
12	Kayu	1.700	0,41
13	Alkohol	2.400	0,58
14	Raksa	140	0,033

⁵⁰ Marthen, Kanginan, *FISIKA 1B*,... h.29

⁵¹ Yayan, Wulandari, *1001 Ulasan*,... h. 225

15	Air (15°C)	4.186	1,00
16	Uap (100°C)	2.010	0,48

Kapasitas kalor (C) adalah kemampuan suatu benda untuk menerima atau melepas kalor, untuk menaikkan atau menurunkan suhu benda sebesar 1°C atau 1K.⁵² Kapasitas kalor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \text{ atau } Q = C \Delta t \text{ (2.3)}^{53}$$

Keterangan :

C = Kapasitas kalor (J/°C)

Q = Banyaknya kalor yang diperlukan (joule)

ΔT = Perubahan suhu (°C)

2. Teori Kalori dan Teori Kinetik

Teori kalorik menyatakan bahwa benda bersuhu tinggi mengandung lebih banyak kalorik dari pada benda bersuhu rendah. Ketika kedua benda disentuhkan, benda kaya kalorik kehilangan sebagian kaloriknya yang diberikan kepada benda miskin kalorik sampai kedua benda mencapai suhu yang sama atau mencapai keseimbangan termal.⁵⁴

⁵² *Ibid*, h.225

⁵³ *Ibid*, h.225

⁵⁴ Marthen, Kanganan, *FISIKA 1B Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga, 2006, h.106

Teori kalorik dapat menjelaskan pemuian benda ketika dipanaskan dan proses hantaran kalor dalam sebuah kalorimeter. Akan tetapi teori kalorik tidak dapat menjelaskan mengapa kedua telapak tangan terasa hangat ketika kedua tangan tersebut digesekkan satu sama lain. Disini kalor sungguh dihasilkan usaha karena gesekan. Contoh ini dengan jelas menunjukkan bahwa kalor, seperti halnya usaha, adalah salah satu bentuk energi. Dalam contoh tersebut terjadi proses perubahan energi dari usaha (energi mekanik) menjadi energi kalor.⁵⁵

Bahwa semua bentuk energi adalah setara dan ketika sejumlah energi hilang, proses selalu disertai dengan munculnya sejumlah energi yang sama dalam bentuk lain. Ini mengarah pada kesimpulan bahwa total energi dijaga tetap, yang disebut prinsip kekekalan energi.⁵⁶

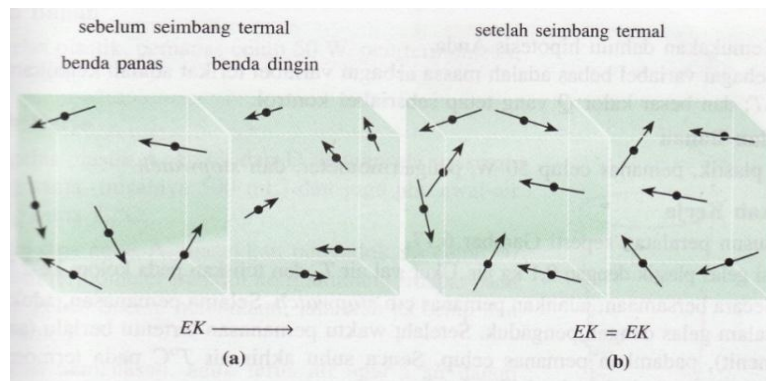
Orang mengetahui bahwa kalor adalah salah satu bentuk energi maka dikembangkanlah sebuah teori baru untuk mengganti teori kalorik yaitu teori kinetik. Teori ini berdasarkan pada anggapan bahwa zat disusun oleh partikel-partikel sangat kecil yang selalu bergerak. Dalam benda yang panas, partikel-partikel bergerak lebih cepat sehingga memiliki energi yang lebih besar daripada partikel-partikel dalam benda yang lebih dingin.⁵⁷

⁵⁵*Ibid*, h.106

⁵⁶*Ibid*, h.106

⁵⁷*Ibid*, h.106

Benda panas ketika menyentuh benda dingin, partikel-partikel dalam benda panas menabrak partikel-partikel dalam udara dingin. Tabrakan-tabrakan ini memindahkan energi ke partikel pada benda dingin. Energi termal partikel-partikel dalam benda dingin bertambah sehingga suhunya naik. Begitu partikel-partikel dalam benda dingin menjadi lebih energik, partikel-partikel ini mulai memindahkan energinya kembali ke partikel-partikel benda panas. Pada beberapa titik, kelajuan energi dari benda panas ke benda dingin (ke arah kanan pada gambar 2.1) sama dengan kelajuan pemindahan energi dari benda dingin ke benda panas (ke arah kiri pada gambar 2.1).⁵⁸



Gambar 2.1 Teori kinetic

3. Asas Black

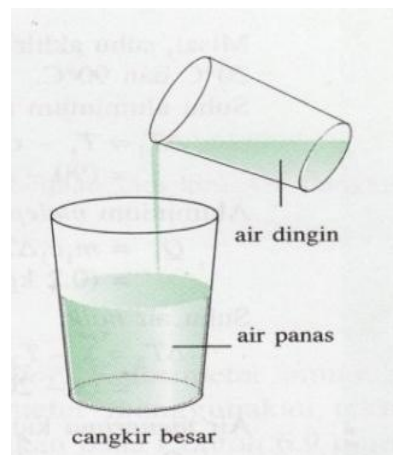
Kalor adalah energi yang pindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah ketika benda bersentuhan.⁵⁹ Oleh karena itu, pengukuran kalor menyangkut perpindahan energi. Pengukuran kalor sering

⁵⁸ *Ibid*, h.106-107

⁵⁹ Supiyanto, *FISIKA 1 Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Phibeta, 2007, h.158

dilakukan untuk menentukan kalor jenis suatu zat, sebab jika kalor jenis suatu zat sudah diketahui, maka kalor yang diserap atau dilepaskan dapat ditentukan dengan mengukur perubahan suhu zat tersebut.⁶⁰

Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana cara mendinginkan air panas, yaitu dengan mencampurkannya dengan air dingin. Setelah keseimbangan termal tercapai, diperoleh air hangat yang suhunya diantara suhu air panas dan air dingin. Dalam pencampuran ini tentunya air panas melepaskan energi, sehingga suhunya turun dan air dingin menerima energi, sehingga suhunya naik.⁶¹



Gambar 2.2 Peristiwa Asas Black

Pertukaran kalor hanya terjadi antara air panas dan air dingin (tidak ada kehilangan kalor ke udara sekitar dan cangkir), maka sesuai prinsip

⁶⁰*Ibid*, h.158

⁶¹Marthen,Kanginan, *FISIKA 1B Untuk SMA Kelas X*,Jakarta: Erlangga, 2006, h.113

kekekalan energi: *kalor yang dilepaskan oleh air panas (Q_{lepas}) sama dengan kalor yang diterima air dingin (Q_{terima}).*⁶²

$$(Q_{lepas}) = (Q_{terima})(2.4)^{63}$$

Kekekalan energi pada pertukaran kalor, seperti yang ditunjukkan pada persamaan di atas, pertama kali diukur oleh Joseph Black, seorang ilmuwan inggris. Oleh karena itu persamaan tersebut dikenal dengan persamaan asas black.⁶⁴

4. Perubahan Wujud Zat

Perubahan wujud adalah peristiwa perubahan zat dari padat menjadi cair dan dari cair menjadi gas atau sebaliknya.⁶⁵ Sebuah zat apabila diberikan kalor, maka pada zat tersebut akan terjadi perubahan wujud zat. Tiga jenis wujud zat yaitu zat padat, zat cair dan gas. Sebuah benda dapat berubah wujud ketika suhunya dinaikkan atau diturunkan.⁶⁶ Perubahan wujud dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini.

⁶²*Ibid*, h.113

⁶³*Ibid*, h.113

⁶⁴*Ibid*, h. 113.

⁶⁵Agus,Taranggono, *SAINS FISIKA 1B*, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2003, h.13

⁶⁶Bob,Foster, *Terpadu Fisika SMU JILID 1B*, Bandung: Erlangga, 2003, h.13



Gambar 2.3 Diagram perubahan wujud zat

Gambar 2.3 menunjukkan diagram perubahan wujud zat. Melebur adalah perubahan wujud dari padat menjadi cair.⁶⁷ Pada saat melebur, zat memerlukan kalor meskipun tidak mengalami kenaikan suhu. Membeku adalah perubahan wujud dari cair menjadi padat.⁶⁸ Menguap adalah perubahan wujud dari cair menjadi gas, mengembun adalah perubahan wujud dari gas menjadi cair, menyublim adalah perubahan wujud dari padat menjadi gas (tanpa melalui wujud cair), desposisi adalah kebalikan dari menyublim, yakni perubahan langsung dari wujud gas menjadi padat.⁶⁹ Panah ke atas pada gambar diagram menyatakan diperlukan kalor pada perubahan wujud zat,

⁶⁷Marthen,Kanginan, *FISIKA 1B Untuk SMA Kelas X*,Jakarta: Erlangga, 2006, h.240

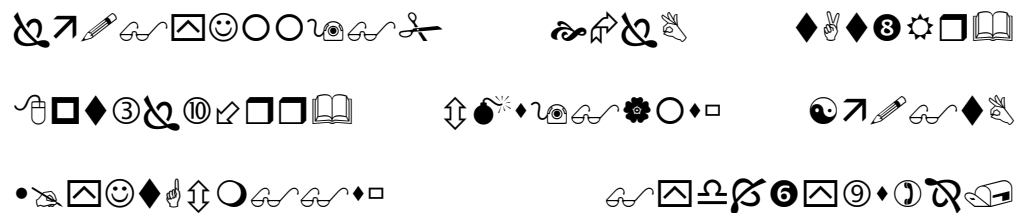
⁶⁸Bob,Foster, *Terpadu Fisika SMU JILID 1B*, Bandung: Erlangga, 2003, h.170

⁶⁹Marthen,Kanginan, *FISIKA 1B*... h.116.

sedangkan panah kebawah menunjukkan pada perubahan wujud zat kalor dilepaskan.⁷⁰

Titik lebur adalah suhu pada waktu zat melebur. Kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat padat menjadi zat cair dinamakan kalor laten lebur atau kelor lebur saja. Kalor yang dilepaskan pada waktu zat membeku dinamakan kalor laten beku atau kalor beku saja. Untuk zat yang sama, *kalor lebur = kalor beku*. Kedua jenis kalor laten ini disebut kalor lebur dan diberi simbol L_f .⁷¹

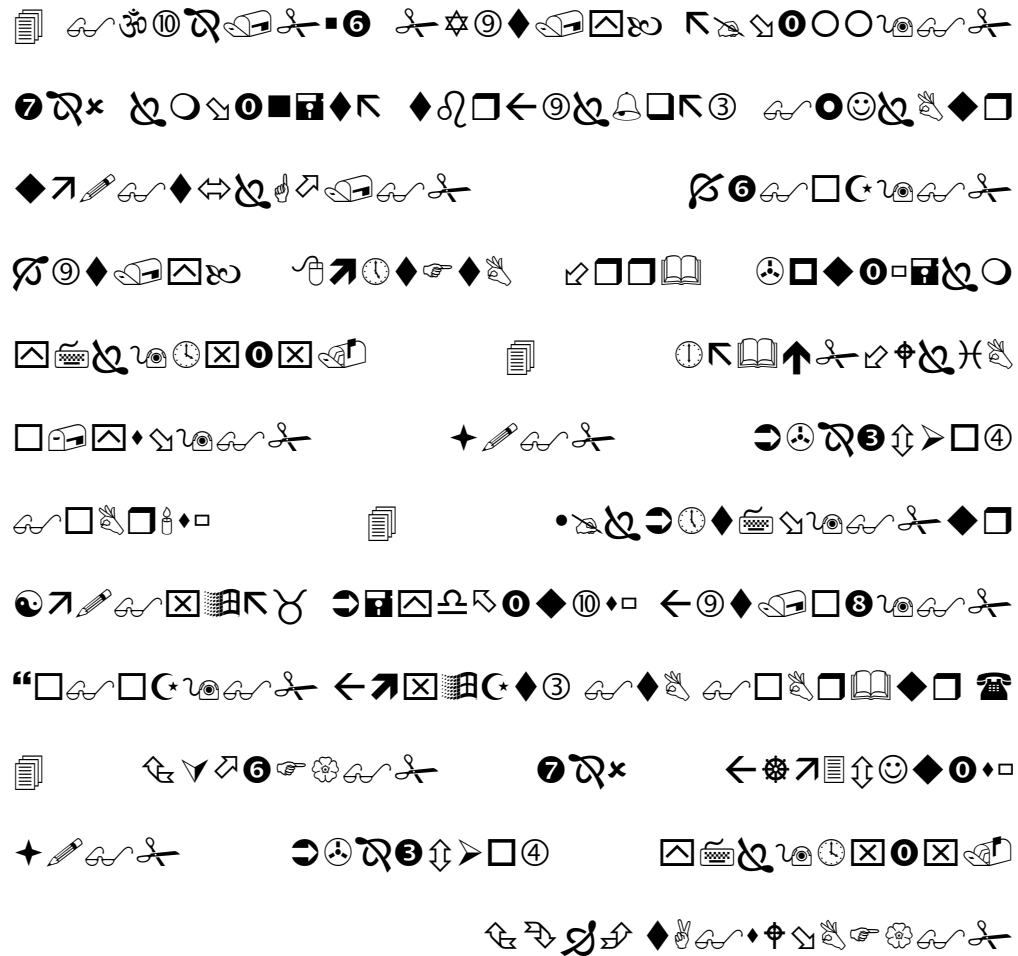
Titik lebur adalah suhu pada waktu zat melebur. Kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat padat menjadi zat cair dinamakan kalor laten lebur atau kelor lebur saja. Kalor yang dilepaskan pada waktu zat membeku dinamakan kalor laten beku atau kalor beku saja. Untuk zat yang sama, *kalor lebur = kalor beku*. Kedua jenis kalor laten ini disebut kalor lebur dan diberi simbol L_f .⁷² Dalam pandangan islam kalor lebur dapat dijelaskan dalam surat Ar-Ra'd ayat 17:



⁷⁰*Ibid*, h.116

⁷¹Arifudin. M.Achya,.*Fisika untuk SMA X*. Bandung: Interplus. 2007.h. 123

⁷²Arifudin. M.Achya,.*Fisika ...*.h.123



Artinya: "Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalir air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengembang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula)buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar dan yang bathil. Adapun buih itu, akan hilang sebagai sesuatu yang tak ada harganya, adapun yang memberi manfaat kepada manusia, maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan –perumpamaan.(Q.S Ar-Ra'd:17)

Banyak kalor yang diperlukan oleh zat yang massanya m kg untuk melebur adalah Q joule, maka sesuai dengan definisi di atas dapat ditulis:

$$L_f = \frac{Q}{m} \text{ atau } Q = mL_f \text{ (2.5)}^{73}$$

Dalam SI, satuan banyak kalor Q adalah J dan satuan massa m adalah kg, sehingga satuan kalor lebur L_f adalah J/kg.

Menguap adalah perubahan wujud zat dari cair menjadi uap (gas). Contoh peristiwa ini adalah saat meneteskan spiritus ke tangan maka spiritus akan menguap dengan cepat dan tangan terasa dingin. Untuk menguap spiritus memerlukan kalor. Kalor tersebut diambil dari tangan, sehingga tangan jadi terasa dingin. Peristiwa ini menunjukkan bahwa pada waktu menguap, zat memerlukan kalor. Beberapa contoh dalam keseharian yang menunjukkan bahwa penguapan menghasilkan pendinginan adalah saat tubuh manusia melakukan proses penguapan, yaitu penguapan saat keringat yang keluar dari pori-pori kulit.

Peristiwa lain yang memperlihatkan bahwa pada waktu menguap diperlukan kalor adalah mendidih. Jika penguapan hanya terjadi dipermukaan zat cair saja dan dapat terjadi pada setiap suhu, maka mendidih adalah penguapan yang terjadi diseluruh bagian zat cair dan hanya dapat terjadi pada titik didih. Pada waktu mendidih, suhu zat tetap, sekalipun pemanasan terus dilakukan. Semua kalor yang diberikan kepada zat digunakan untuk mengubah wujud dari cair menjadi uap. Suhu ini disebut titik didih yang

⁷³Marthen, Kanganan, *FISIKA 1B*... h.117

besarnya sangat tergantung pada tekanan dipermukaan zat itu. Titik didih zat pada tekanan 1 atm disebut titik didih normal.

Kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat cair menjadi uap pada titik didih normalnya dinamakan kalor laten uap atau kalor uap saja. Kalor uap disebut juga kalor didih. Sedangkan kalor yang dilepaskan untuk mengubah wujud 1 kg uap menjadi cair pada titik didih normalnya dinamakan kalor laten embun atau kalor embun saja.

Jika banyak kalor yang diperlukan untuk mendidihkan zat yang bermassa m kg adalah Q joule, maka dapat ditulis:⁷⁴

$$L_v = \frac{Q}{m} \text{ atau } Q = m L_v \quad (2.6)^{75}$$

Satuan kalor didih L_v sama dengan satuan kalor lebur L_f yaitu J/kg.

Tabel 2.3 Titik lebur, titik didih, kalor lebur dan kalor didih berbagai zat

Zat	Titik Lebur Normal (°C)	Kalor Lebur (J/kg)	Titik Didih Normal (°C)	Kalor Didih (J/kg)
Helium	-269,65	$5,23 \times 10^3$	-268,93	209×10^3
Hidrogen	-259,31	$58,6 \times 10^3$	-252,89	452×10^3
Nitrogen	-209,97	$25,5 \times 10^3$	-195,81	201×10^3
Oksigen	218,79	$13,8 \times 10^3$	-182,97	213×10^3
Alkohol	-114	$104,2 \times 10^3$	78	853×10^3
Raksa	-39	$11,8 \times 10^3$	357	272×10^3
Air	0,00	334×10^3	100,00	2256×10^3
Sulfur	119	$38,1 \times 10^3$	444,60	326×10^3
Timah hitam	327,3	$24,5 \times 10^3$	1750	871×10^3
Antimon	630,50	165×10^3	1440	561×10^3
Perak	960,80	$88,3 \times 10^3$	2193	2336×10^3

⁷⁴Marthen Kanginan, *Fisika 1a untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga, 2004, h.240

⁷⁵*Ibid*, h.240

Emas	1063,00	$64,5 \times 10^3$	2660	1578×10^3
Tembaga	1083	134×10^3	1187	5069×10^3

Suatu zat kadang-kadang dapat berubah wujud dari padat langsung menjadi gas. Proses ini dinamakan menyublim. Peristiwa menyublim dimanfaatkan orang dalam teknik pengeringan beku (freeze drying) untuk mengawetkan bahan makanan, bunga, dan plasma darah. Mula-mula produk makanan diawetkan dengan membekukan kandungan airnya pada suhu yang rendah. Kemudian es yang terkandung dalam produk makanan diuapkan dengan cara mengurangi tekanan, sehingga es langsung menyublim menjadi uap air. Uap air ini dialirkan keluar dari tempat pengeringan, sehingga tertinggalah produk makanan kering tanpa kehilangan kandungan zat-zat penting (bau dan cita rasa). Karena kering, produk makanan tidak mudah membusuk. Kelak, jika produk makanan hendak digunakan, kondisinya dapat dipulihkan dengan menambahkan air.

5. Perpindahan Kalor

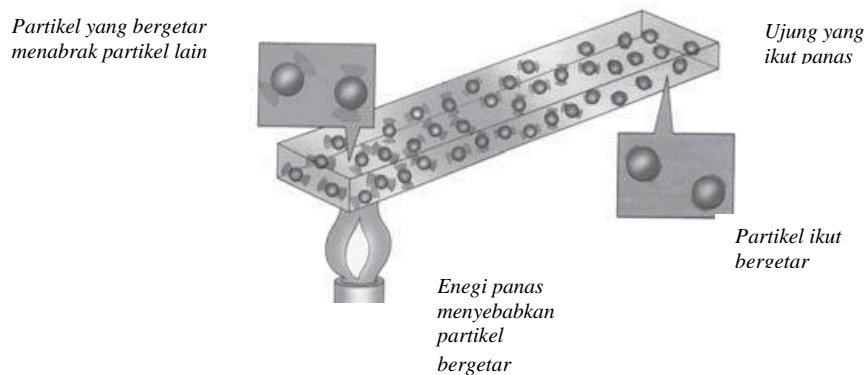
Kalor berpindah dari benda atau sistem bersuhu tinggi ke benda atau sistem bersuhu rendah. Ada tiga cara untuk kalor berpindah dari satu benda ke benda lain, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.⁷⁶

a. Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor melalui zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat perantaranya.⁷⁷ Cara perpindahan kalor

⁷⁶Supiyanto, *FISIKA 1 Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Phibeta, 2007, h.163

seperti ini biasanya terjadi pada benda padat. Daya hantar kalor adalah kemampuan benda untuk menghantarkan kalor. Zat yang memiliki daya hantar kalor besar disebut konduktor, sedangkan zat yang memiliki daya hantar kalor buruk disebut isolator.⁷⁸ Misalnya pada batang logam yang dipanaskan salah satu ujungnya, maka ujung batang yang lain akan ikut panas.



Gambar 2.4 perpindahan kalor secara konduksi

Konduksi kalor melalui sebuah dinding bergantung pada empat besaran, yaitu:⁷⁹

- 1) Beda suhu diantara kedua permukaan $\Delta T = T_1 - T_2$, maka besar beda suhu makin cepat perpindahan kalor.
- 2) Ketebalan dinding d , maka tebal dinding makin lambat perpindahan kalor.

⁷⁷Yayan, Wulandari, *1001 Ulasan Fisika SMA*, Tangerang: Scientific Press, 2012, h.228

⁷⁸*Ibid*, h.228

⁷⁹Marthen Kanginan, *Fisika 1a untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga, 2004, h.70

- 3) Luas penampang A , makin besar luas permukaan makin cepat perpindahan kalor.
- 4) Konduktivitas termal zat k , merupakan ukuran kemampuan zat menghantarkan kalor, makin besar nilai k makin cepat perpindahan kalor.

Berdasarkan penjelasan diatas banyaknya kalor selama selang waktu tertentu dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{d} \quad (2.4)^{80}$$

Keterangan:

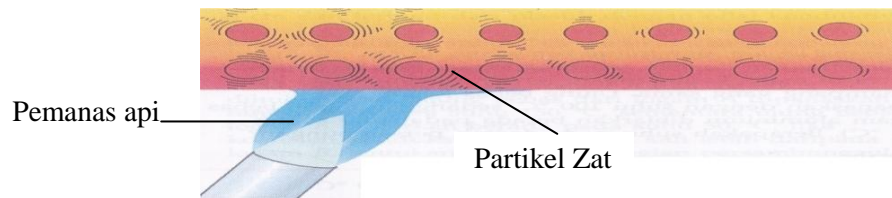
- Q/t = kelajuan kalor (Js^{-1})
 k = konduktivitas termal ($\text{Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{°C}^{-1}$)
 A = luas permukaan (m^2)
 d = ketebalan dinding (m)

Perpindahan kalor secara konduksi dapat terjadi dalam dua proses berikut:

- 1) Pemanasan pada satu ujung zat menyebabkan partikel-partikel pada ujung itu bergetar lebih cepat dan suhunya naik, atau energi kinetiknya bertambah. Partikel-partikel dengan energi kinetik lebih besar memberikan sebagian energi kinetiknya kepada partikel-partikel tetangganya melalui tumbukan, sehingga partikel-partikel memiliki energi kinetik lebih besar. Selanjutnya partikel-partikel ini memberikan sebagian energi kinetiknya ke

⁸⁰*Ibid*, h 70

partikel-partikel tetangga berikutnya. Demikian seterusnya sampai kalor mencapai ujung yang dingin (tidak dipanasi). Proses perpindahan kalor seperti ini berlangsung lambat karena untuk memindahkan lebih banyak kalor diperlukan benda suhu yang tinggi diantara kedua ujung.



Gambar: 2.5 Partikel zat yang dipanaskan

2) Dalam logam, kalor dipindahkan melalui elektron-elektron bebas yang terdapat dalam struktur atom logam. Elektron bebas ialah elektron yang mudah dapat berpindah dari satu atom keatom yang lain. Ditempat yang dipanaskan energi elektron-elektron bertambah besar. Oleh karena elektron bebas mulai berpindah, pertambahan energi dengan cepat dapat diberikan elektron-elektron lain yang letaknya lebih jauh melalui tumbukan. Dengan cara ini kalor berpindah dengan cepat. Sehingga logam tergolong konduktor yang sangat baik.

Tabel 2.4 Tabel konduktivitas termal zat

Zat	Konduktivitas termal (W/m ⁰ C)
Udara	0,0024
Hidrogen	0,14
Oksigen	0,023
Bata merah	0.6
Beton	0,8
Kaca	0,8

Es	1,6
Batu	0,04
Kayu	0,12-0,14
Tembaga	385
Baja	50,2
Aluminium	205

b. Konveksi

Gas dan zat cair kecuali raksa, merupakan konduktor yang jelek. Namun demikian, kalor dapat dipindahkan melalui zat cair secara konveksi.⁸¹ Konveksi adalah proses perpindahan kalor melalui zat yang disertai aliran perpindahan partikel-partikel zat itu.⁸² Perpindahan kalor secara konveksi merupakan perpindahan kalor melalui suatu zat yang mengalir atau bergerak. Perpindahan kalor ini hanya terjadi pada zat cair atau gas yang disebabkan adanya perbedaan massa jenis zat.⁸³ Proses perpindahan kalor secara konveksi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1) Konveksi Alami

Pada konveksi alami, pergerakan atau aliran energi kalor terjadi akibat perbedaan massa jenis.⁸⁴ Pada air dalam gelas yang dipanaskan, seperti pada gambar 3.4 partikel-partikel air pada dasar gelas menerima

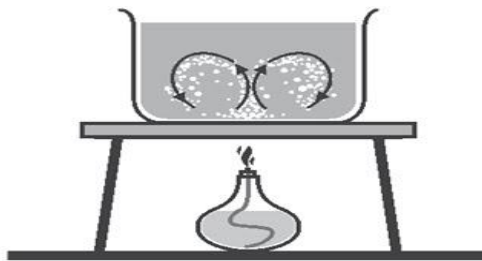
⁸¹Bob,Foster, *Terpadu Fisika SMU JILID 1B*, Bandung: Erlangga, 2003, h.175

⁸²Yayan,Wulandari,*1001 Ulasan Fisika SMA*, Tangerang: Scientific Press, 2012, h.229

⁸³*Ibid*, h.229

⁸⁴Supiyanto, *FISIKA 1 Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Phibeta, 2007, h.165

kalor dan menjadi panas. Partikel yang telah panas itu bergerak ke atas. Sementara itu, air yang dingin turun, mengisi tempat yang ditinggalkan oleh air panas yang naik. Air dingin yang turun akan menerima kalor dan menjadi panas.⁸⁵



Gambar: 2.6 Air yang dipanaskan

2) Konveksi Paksa

Pada konveksi paksa, aliran panas dipaksa dialirkan ketempat yang dituju dengan bantuan alat tertentu.⁸⁶ Seperti pada sistem pendingin mobil dimana air diedarkan di dalam pipa-pipa air oleh bantuan sebuah pompa air (*water pump*). Panas mesin yang tidak dikehendaki dibawa oleh sirkulasi air menuju ke radiator. Di dalam sirip-sirip radiator ini air hangat didinginkan oleh udara. Air yang dingin kembali menuju pipa-pipa air yang bersentuhan dengan blok-blok mesin untuk mengulang siklus berikutnya.⁸⁷

⁸⁵Agus,Taranggono, *SAINS FISIKA 1B*, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2003, h.22

⁸⁶Supiyanto, *FISIKA 1 Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Phibeta, 2007, h.164

⁸⁷*Ibid*, h.164

Laju perpindahan kalor secara konveksi bergantung pada luas permukaan benda A yang bersentuhan, koefisien konveksi h , waktu t , dan beda suhu ΔT antara benda dengan fluida. Banyaknya kalor yang dihantarkan secara konveksi dapat dihitung dengan persamaan berikut:⁸⁸

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T \quad (2.5)^{89}$$

Keterangan:

Q/t = kelajuan kalor (Js^{-1})

h = koefisien konveksi ($\text{Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{°C}^{-1}$)

A = luas permukaan (m^2)

ΔT = perubahan suhu (°C)

c. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan energi kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik.⁹⁰ Energi matahari yang sampai ke bumi terjadi secara radiasi atau pancaran tanpa melalui zat perantara. Pada umumnya benda yang berpijar memancarkan panas. Pancaran panas itu sebagian diserap oleh benda dan sebagian dipantulkan. Permukaan hitam dan kusam adalah penyerap dan pemancar radiasi yang baik, sedangkan permukaan putih dan mengkilap adalah penyerap dan pemancar radiasi yang buruk.⁹¹

⁸⁸Supiyanto, *FISIKA 1 Untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Phibeta, 2007, h.164

⁸⁹*Ibid*, h.164

⁹⁰Yayan,Wulandari,*1001 Ulasan Fisika SMA*, Tangerang: Scientific Press, 2012, h.23

⁹¹Supiyanto, *FISIKA 1...* h.164

Permukaan zat menyerap kalor radiasi lebih baik dibandingkan dengan permukaan zat lainnya. Misalkan saja pada pakaian putih mengkilap dan pakaian yang hitam kusam dipakai disiang hari. Akan terasa lebih panas baju hitam kusam dibandingkan dengan pakaian putih mengkilap. Hal ini dikarenakan baju hitam kusam menyerap kalor radiasi lebih baik dibandingkan dengan baju putih mengkilap. Sehingga disimpulkan:⁹²

- 1) Permukaan yang hitam dan kusam adalah penyerap kalor radiasi yang baik sekaligus pemancar kalor radiasi yang baik pula.
- 2) Permukaan yang putih dan mengkilap adalah penyerap kalor radiasi yang buruk sekaligus pemancar kalor yang buruk pula.
- 3) Jika diinginkan kalor yang merambat secara radiasi berkurang, permukaan (dinding) harus dilapisi suatu bahan agar mengkilap (misalnya dengan perak).

Stefan berpendapat bahwa, laju permukaan kalor oleh permukaan hitam dinyatakan sebagai berikut. *Energi total yang dipancarkan oleh suatu permukaan hitam sempurna dalam bentuk radiasi kalor tiap satuan waktu, tiap satuan luas sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak permukaan itu.* Secara matematis laju kalor radiasi ditulis dengan persamaan:

⁹² Marthen Kanginan, *Fisika 1a untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga, 2004, h. 139.

$$\mathbf{H} = \frac{Q}{t} = \sigma AT^4(2.6)^{93}$$

Keterangan:

H = Laju radiasi (Js^{-1})

σ = Tetapan Stefan-boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

T = Suhu mutlak permukaan benda (Kelvin)

Dengan σ adalah konstanta Stefan-Boltzman dengan nilai $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$. Persamaan tersebut berlaku untuk benda dengan permukaan hitam sempurna. Untuk setiap permukaan dengan emisivitas e ($0 \leq e \leq 1$), persamaan diatas harus ditulis menjadi.

$$\mathbf{H} = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4(2.7)^{94}$$

Emisi benda (e) menyatakan suatu ukuran seberapa besar pemancaran radiasi kalor suatu benda dibandingkan dengan hitam sempurna dan besarnya bergantung pada sifat benada.⁹⁵

⁹³*Ibid*, h.140

⁹⁴Supiyanto, *FISIKA 1...* h.164

⁹⁵*Ibid*, h.165