# BAB II

# KAJIAN PUSTAKA

## A. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya tentang penerapan metode eksperimen dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada pokok bahasan gerak lurus siswa kelas X semester I tahun ajaran 2011/2012 MAN Model Palangka raya yang dilakukan oleh Taufiqurrahman diperoleh hasil belajar siswa mengalami peningkatan dari 60% menjadi 65,79%. Ini menunjukan bahwa pembelajaran menggunakan metode eksperimen dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan termasuk kategori baik.[1] Penelitian yang dilakukan oleh Tunggal Purwatisari Handayani tentang pembelajaran fisika dengan pendekatan induktif melalui metode eksperimen dan demonstrasi pada pokok bahasan kalor ditinjau dari kemampuan awal siswa SMAN 4 Surakarta kelas X tahun ajaran 2008/2009 diperoleh rerata kemampuan kognitif siswa sebesar 73,52 dengan kategori baik.[2]

Penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa metode eksperimen telah dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Persamaan penelitian ini dengan penelitian Taufiqurrahman adalah sama-sama menerapkan metode eksperimen, Perbedaannya adalah pada penelitian ini yang diukur hanya aspek kognitif siswa dan dalam penerapan metode eksperimen digunakan pendekatan induktif. Sedangkan persamaan penelitian ini dengan penelitian Purwatisari adalah sama-

[1] Taufiqurrahman, *Penerapan Metode Eksperimendalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains pada Pokok Bahasan Gerak Lurus Siswa kelas X Semester I Tahun Ajaran 2011/2012*

[2] Tunggal Purwatisari Handayani, *Pembelajaran fisika*.....,hal. 6

sama menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan induktif. Perbedaanya terletak pada jenis penelitian yaitu penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif sedangkan jenis penelitian yang digunakan oleh Purwatisari adalah penelitian eksperimen dengan desain faktorial (2 x 3).

## B. Pengertian Belajar

Belajar adalah suatu proses yang ditandai dengan adanya perubahan pada diri seseorang.[3] Belajar adalah serangkaian kegiatan jiwa raga untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku sebagai hasil dari pengalaman individu dalam interaksi dengan lingkungannya yang menyangkut kognitif, efektif dan psikomotor.[4] Belajar secara psikologis merupakan suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.[5]

Hintzman dalam bukunya *the psychology of learning and memory* sebagaimana yang dikutip oleh Muhibbin Syah berpendapat *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 mempengaruhi tingkah laku organisme tersebut.[6] Reber sebagaimana juga yang dikutip oleh

---

[3]Nana Sudjana, *Cara Belajar Siswa Aktif (Dalam Proses Belajar Mengajar),*Bandung: Sinar Baru Algensindo, 1996, hal.2

[4]Saiful Bahri Djamarah, *Psikologi Belajar,* Jakarta: Rineka Cipta, 2002, hal.12.

[5]Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor...*,hal. 2

[6] Muhibbin Syah, *Psikologi Pendidikan Dengan Pendekatan Baru*, Bandung: remaja Rosdakarya, 2001, hal.90

Muhibbin Syah membatasi belajar dengan dua macam definisi.[7] Pertama, belajar adalah *The proces of acquiring knowlegde*, yakni proses memperoleh pengetahuan. Kedua, belajar adalah *A relatively permanent change in respons potentiality which occurs as a result of reinforced practise*, yaitu suatu perubahan kemampuan bereaksi yang relatif langgeng sebagai hasil latihan yang diperkuat. Hilgar dan Bower dalam Purwanto menyatakan :

> "Belajar berhubungan dengan perubahan tingkah laku seseorang terhadap suatu situasi tertentu yang disebabkan oleh pengalamannya yang berulang dalam situasi itu dimana perubahan tingkah laku itu tidak dapat dijelaskan atau dasar kecenderungan, respon, pembawaan, kematangan atau keadaan seseorang misalnya kesalahan, pengaruh obat dan sebagainya."[8]

Berdasarkan beberapa definisi belajar di atas, maka dapat disimpulkan bahwa belajar pada dasarnya adalah suatu proses perubahan tingkah laku, intelegensi, sikap dan kematangan berpikir seseorang karena adanya pengalaman akibat latihan. Pengalaman yang diperoleh dalam proses belajar mengajar adalah interaksi yang terjadi antara individu dengan lingkungan sekitarnya. Segala macam perubahan yang terjadi merupakan respon psikologi seseorang karena adanya pengalaman yang baru hasil adaptasi dengan lingkungan sekitarnya. Hal ini menjadikan seseorang berubah dari tingkah laku sebelumnya.

**1. Tujuan Belajar**

Belajar memiliki beberapa tujuan ada, yaitu :

a. Untuk mendapatkan pengetahuan

---

[7]Ibid.,h.91

[8]Purwanto, *Psikologi Pendidikan.* Bandung: Remaja Rosdakarya, 1991, h. 8

Pengetahuan ditandai dengan kemampuan berpikir karena kemampuan berpikir tidak dapat dikembangkan tanpa bahan pengetahuan, sebaliknya kemampuan berpikir akan memperkaya pengetahuan.

b. Penanaman konsep dan keterampilan

Guru dalam menanamkan konsep atau merumuskan konsep memerlukan keterampilan yang bersifat jasmani dan rohani. Keterampilan jasmani adalah keterampilan yang dapat dilihat dan diamati, sedangkan keterampilan rohani adalah keterampilan yang bersifat abstrak, menyangkut penghayatan, berpikir dan kreativitas untuk menyelesaikan dan merumuskan masalah/konsep.

c. Pembentukan sikap

Siswa selalu mengobservasi, melihat, mendengar, dan meniru semua perilaku guru, oleh karena itu dalam menumbuhkan sikap, mental, perilaku dan pribadi siswa guru harus memperhatikan apa yang diperbuatnya.[9]

**2. Ciri-Ciri Belajar**

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 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.[10]

---

[9]Sardiman, *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*, Jakarta : Raja Grafindo Persada, 2000, hal. 26-28

[10]Hasibuan & Moedjiono, *Proses Belajar Mengajar*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 1988, hal. 3

Ciri-ciri belajar menurut Edi Suardi yang dikutip oleh Syaiful Bahri Djamarah adalah sebagai berikut:[11]

1. Belajar mengajar memiliki tujuan, yakni untuk membentuk anak didik dalam suatu perkembangan tertentu.
2. Ada suatu prosedur (jalannya interaksi) yang direncanakan, didesain untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
3. Kegiatan belajar mengajar ditandai dengan satu penggarapan materi yang khusus.
4. Ditandai dengan aktivitas anak didik.
5. Dalam kegiatan belajar mengajar, guru berperan sebagai pembimbing.
6. Dalam kegiatan belajar mengajar membutuhkan disiplin.
7. Ada batas waktu.
8. Evalusi.

## C. Hasil Belajar

Hasil belajar adalah komponen-komponen yang dimiliki setelah menerima pengalaman belajarnya.[12] Hasil belajar siswa pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku. Tingkah laku sebagai hasil belajar dalam pengertian yang luas mencakup bidang kognitif, afektif, dan psikomotorik. Hasil belajar sebagai objek penilaian pada hakikatnya menilai penguasaan siswa terhadap tujuan

[11] Syaiful Bahri Djamarah, *Strategi Belajar Mengajar*, hal. 46-48

[12] Sudjana, *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar,* Bandung: Remaja Rosdakarya, 1998, hal.22

instruksional.[13] Rumusan tujuan instruksional menggambarkan hasil belajar yang harus dikuasai berupa kemampuan-kemampuan siswa setelah menerima atau menyelesaikan pengalaman belajarnya. Pembalajaran dikatakan berhasil tidak hanya dilihat dari hasil belajar yang dicapai siswa, tetapi juga dari segi prosesnya. Hasil belajar pada dasarnya merupakan akibat dari suatu proses belajar. Hasil belajar siswa bergantung pada keoptimalan proses belajar siswa dan proses mengajar guru.[14]

Hasil belajar merupakan realisasi dari kecakapan-kecakapan potensial atau kapasitas yang dimiliki seseorang dalam menerima semua pembelajaran yang diberikan. Hasil belajar seseorang dapat dilihat dari perilakunya, baik perilaku dalam bentuk penguasaan pengetahuan, keterampilan berfikir, maupun keterampilan motorik. Hasil belajar di sekolah dapat dilihat dari penguasaan siswa akan mata pelajaran yang ditempuhnya. Tingkat penguasaan terhadap mata pelajaran tersebut di sekolah dapat dilihat dari nilai hasil belajar siswa.

## D. Metode Eksperimen Dengan Pendekatan Induktif

### a. Metode Eksperimen

Metode adalah upaya mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal, dengan kata lain metode adalah *a way in achieving something.*[15] Menurut Endin Kamiludin eksperimen dapat didefinisikan sebagai kegiatan terinci yang

---

[13] *Ibid.,* hal.34

[14] *Ibid.,* hal.65

[15] Wina Sanjaya, *Strategi pembelajaran....*, hal.126

direncanakan untuk menghasilkan data untuk menjawab suatu masalah atau menguji suatu hipotesis. Kegiatan eksperimen adalah kegiatan menguji atau mengetes melalui penyelidikan praktis.[16] Para ahli berpendapat tentang definisi metode eksperimen antara lain:

1. Metode eksperimen adalah metode pengajaran dimana guru dan siswa bersama-sama mengerjakan sesuatu sebagai latihan praktis dari apa yang diketahui.[17]
2. Menurut Syaiful Bahri Djamarah sebagaimana dikutip oleh Taufiqurrahman menyatakan bahwa metode eksperimen adalah metode pemberian kesempatan kepada anak didik perorangan atau kelompok, untuk dilatih melakukan suatu proses atau percobaan.[18]
3. Menurut Roestiyah sebagaimana dikutip oleh Taufiqurrahman menyatakan bahwa metode eksperimen adalah metode yag digunakan untuk mempermudah suatu proses dalam pengambilan kesimpulan.[19]
4. Menurut Maria Ulfah sebagaimana dikutip oleh Taufiqurrahman menyatakan bahwa metode eksperimen adalah metode yang bertitik tolak dari suatu masalah yang hendak dipecahkan dan dalam prosedur kerjanya berpegang pada prinsip metode ilmiah.[20]

---

[16]Maria Ulfah, *Pembelajaran "Cooperative Learning"Alternatif Metode dalam KBK*, online. http://mariaulfah15 .multiply.com/journal/item/3. [diakses 23/03/2010]

[17] Abu Ahmadi, *Strategi Belajar Mengajar, Bandung:Pustaka Setia, 1997*

[18] Maria Ulfah, *Pembelajaran "Cooperative Learning"*

[19] *Ibid.*

[20] *Ibid.*

Metode eksperimen adalah cara penyajian pelajaran, di mana siswa melakukan percobaan dengan mengalami sendiri sesuatu yang dipelajari.[21] Metode eksperimen dalam proses belajar mengajar memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu obyek, keadaan atau proses sesuatu. Siswa dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran, atau mencoba mencari suatu hukum atau dalil, dan menarik kesimpulan dari proses yang dialaminya itu.

Metode eksperimen menurut (Schoenherr) yang dikutip oleh Palendeng adalah metode yang sesuai untuk pembelajaran sains, karena metode eksprimen mampu memberikan kondisi belajar yang dapat mengembangkan kemampuan berfikir dan kreativitas secara optimal. Siswa diberi kesempatan untuk menyusun sendiri konsep-konsep dalam struktur kognitifnya, selanjutnya dapat diaplikasikan dalam kehidupannya.[22]

Metode eksperimen bertujuan agar siswa belajar memahami, mengerti sesuatu melalui kesimpulan-kesimpulan yang ditarik sendiri dari proses atau kejadian-kejadian yang dialami sendiri.[23] Metode ini menuntut siswa tidak hanya menerima sejumlah informasi yang diperolehnya, melainkan ia juga berusaha sendiri untuk mengolah informasi dengan membandingkan terhadap

[21] *Ibid.,* hal. 34

[22] *Ibid.*

[23] Abu Ahmadi, *Strategi belajar Mengajar,* hal. 162

fakta yang ditemukan dalam percobaan yang dilakukannya.[24] Metode eksperimen dilakukan untuk memudahkan berbagai penjelasan, menghindari verbalisme, dan membantu anak memahami dengan jelas jalannya suatu proses dengan penuh perhatian.[25]

Eksperimen dapat dibedakan menjadi dua, yaitu eksperimen terbimbing atau terencana dan eksperimen bebas. Kegiatan siswa dalam eksperimen terbimbing hanyalah melakukan percobaan dan menemukan hasilnya saja, seluruh jalannya percobaan sudah dirancang oleh guru. Guru menentukan langkah-langkah percobaan, peralatan yang harus digunakan, serta obyek yang harus diamati atau diteliti. Kegiatan siswa dalam eksperimen bebas lebih banyak dituntut untuk berpikir mandiri, bagaimana merangkai alat percobaan, melakukan percobaan dan memecahkan masalah, guru hanya memberikan permasalahan dan obyek yang harus diamati atau diteliti. Keuntungan percobaan dengan eksperimen bebas seperti ini akan tampak kreativitas, kepandaian, dan kemampuan berpikir yang dimiliki siswa.[26]

Guru dapat mengembangkan keterlibatan fisik dan mental, serta emosional siswa dalam metode eksperimen. Siswa mendapat kesempatan untuk melatih

---

[24] Alpian, *Efektikfitas Pembelajaran dengan Menggunakan Metode Ekperimen dan Metode Demonstrasi terhadap Penguasaan Konsep Cahaya pada Siswa Kelas II SMP Negeri-1 Pulang Pisau Tahun Ajaran 1998/1999*, Palangka Raya: UNPAR, 1999, h.20-21

[25] Abu Ahmadi, *Strategi belajar Mengajar*, hal. 162

[26] Lutfia, Adiningtyas, *Penerapan Metode Eksperimen Pokok Bahasan Benda Padat, Cair, Dan Gas Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Iv Sd Negeri Sambiroto Kunduran Blora Tahun 2008/2009*, online, http://digilib.unnes.ac.id/ gsdl/collect/ skripsi/ archieves/HASH01f3/b93d733c.dir/doc.pdf. [diakses 16/3/2010]

ketrampilan proses agar memperoleh hasil belajar yang maksimal. Pengalaman yang dialami secara langsung dapat tertanam dalam ingatannya. Keterlibatan fisik dan mental serta emosional siswa diharapkan dapat diperkenalkan pada suatu kondisi pembelajaran yang dapat menumbuhkan rasa percaya diri dan juga perilaku yang inovatif dan kreatif. Pembelajaran dengan metode eksperimen melatih dan mengajar siswa untuk belajar konsep fisika sama halnya dengan seorang ilmuwan fisika. Siswa belajar secara aktif dengan mengikuti tahap-tahap pembelajarannya. Siswa akan menemukan sendiri konsep sesuai dengan hasil yang diperoleh selama pembelajaran.

Pembelajaran dengan metode eksperimen menurut Palendeng meliputi tahap-tahap sebagai berikut:[27]

1. Percobaan awal, pembelajaran diawali dengan melakukan percobaan yang didemonstrasikan guru atau dengan mengamati fenomena alam. Demonstrasi ini menampilkan masalah-masalah yang berkaitan dengan materi fisika yang akan dipelajari.
2. Pengamatan, merupakan kegiatan siswa saat guru melakukan percobaan. Siswa diharapkan untuk mengamati dan mencatat peristiwa tersebut.
3. Hipotesis awal, siswa dapat merumuskan hipotesis sementara berdasarkan hasil pengamatannya.
4. Verifikasi , kegiatan untuk membuktikan kebenaran dari dugaan awal yang telah dirumuskan dan dilakukan melalui kerja kelompok. Siswa diharapkan

[27] Maria Ulfah, *Pembelajaran "Cooperative Learning"*

merumuskan hasil percobaan dan membuat kesimpulan, selanjutnya dapat dilaporkan hasilnya.

5. Aplikasi konsep , setelah siswa merumuskan dan menemukan konsep, hasilnya diaplikasikan dalam kehidupannya. Kegiatan ini merupakan pemantapan konsep yang telah dipelajari.
6. Evaluasi, merupakan kegiatan akhir setelah selesai satu konsep.

Siswa yang ingin melakukan kegiatan eksperimen harus perlu memperhatikan prosedur sebagai berikut :[28]

1. Menjelaskan tujuan eksperimen.
2. Menjelaskan alat dan bahan yang akan digunakan, variabel yang dikontrol, urutan kegiatan, hal-hal yang perlu diamati/dicatat, serta bentuk laporan/catatan.
3. Mengawasi pekerjaan siswa, bila perlu memberi saran atau pertanyaan yang menunjang kesempurnaan jalannya eksperimen.
4. Mengumpulkan hasil penelitian siswa, mendiskusikan, dan mengevaluasi dengan tes atau tanya jawab.

Guru yang melaksanakan metode eksperimen harus memperhatikan beberapa hal yaitu :[29]

1. Persiapan atau perencanaan, guru harus menetapkan terlebih dahulu tujuan percobaan, menetapkan langkah-langkah dari percobaan, dan menetapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk percobaan.

---

[28] Roestiyah, *Strategi Belajar Mengajar*, Jakarta: Rineka Cipta, 1998, hal.81-82

[29] Maria Ulfah, *Pembelajaran "Cooperative Learning"...*

2. Pelaksanaan, guru mengusahakan masing-masing siswa memiliki kesempatan untuk melakukan percobaan, mengadakan diskusi dan tanya jawab setelah percobaan selesai dengan tujuan menumbuhkan sikap kritis pada siswa dan membuat peniliaan terhadap kegiatan percobaan yang telah dilakukan siswa.
3. Tindak lanjut, guru memberikan tugas pada siswa baik secara tertulis maupun lisan setelah percobaan selesai, dengan tujuan agar dapat menilai sejauh mana tingkat pemahaman siswa.

Metode eksperimen akan membantu siswa untuk memahami konsep dalam pembelajaran. Suatu konsep dipahami oleh siswa apabila siswa mampu mengutarakan secara lisan, tulisan, maupun aplikasi dalam kehidupannya. Siswa memiliki kemampuan untuk menjelaskan, menyebutkan, memberikan contoh, dan menerapkan konsep terkait dengan pokok bahasan kalor.

Metode eksperimen memiliki kelebihan, kekurangan dan cara mengatasi kelemahan, yaitu sebagai berikut:[30]

Kelebihan metode eksperimen:

1. Metode ini dapat membuat anak didik lebih percaya atas kebenaran atau kesimpulan berdasarkan percobaannya sendiri daripada hanya menerima kata guru atau buku,
2. Anak didik dapat mengembangkan sikap untuk mengadakan studi eksplorasi (menjelajahi) tentang ilmu dan teknologi, dan

[30] Roestiyah, *Strategi Belajar Mengajar*, hal.82

3. Dengan metode ini akan terbina manusia yang dapat membawa terobosan-terobosan baru dengan penemuan sebagai hasil percobaannya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kesejahteraan hidup manusia.
4. Siswa terlatih menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi segala masalah,sehingga tidak mudah percaya pada sesuatu yang belum pasti kebenarannya.
5. Siswa lebih aktif berfikir dan berbuat.
6. Siswa selain memperoleh pengetahuan juga menemukan pengalaman praktis serta keterampilan menggunakan alat-alat percobaan.
7. Siswa membuktikan sendiri kebenaran suatu teori.

Kekurangan dari metode eksperimen adalah:

1. Tidak cukupnya alat-alat mengakibatkan tidak setiap anak didik berkesempatan mengadakan eksperimen,
2. Jika eksperimen memerlukan jangka waktu yang lama, anak didik harus menanti untuk melanjutkan pelajaran, dan
3. Metode ini lebih sesuai untuk menyajikan bidang-bidang ilmu dan teknologi.

Mengatasi kelemahan metode eksperimen:

1. Hendaknya guru menerangkan hasil yang sejelas-jelasnya tentang hasil yang ingin dicapai sehingga ia mengetahui pertanyaan-pertanyaan yang perlu dijawab dengan eksperimen;
2. Hendaknya guru membicarakan bersama-sama dengan dengan siswa tentang langkah yang dianggap baik untuk memecahkan masalah dalam

eksperimen, serta bahan-bahan yang diperlukan, variabel yang perlu dikontrol dan hal-hal yang perlu dicatat;

3. Bila perlu guru menolong sisws untuk memperoleh bahan-bahan yang diperlukan; dan
4. Guru perlu merangsang agar setelah eksperimen berakhir, ia membanding-bandingkan hasilnya dengan hasil eksperimen orang lain dan mendiskusikannya bila ada perbedaan atau kekeliruan.

Metode eksperimen agar berjalan dengan efisien dan efektif perlu memperhatikan hal-hal berikut:

1. Tercukupinya alat dan bahan percobaan
2. Penggunaan alat dan bahan yang memiliki kondisi dan kualitas yang baik agar tidak mengakibatkan kegagalan percobaan
3. Pemberian waktu untuk melakukan percobaan yang cukup lama dengan tujuan agar siswa dapat berkonsentrasi mengamati seluruh proses percobaan
4. Petunjuk percobaan yang jelas agar siswa lebih mudah melakukan percobaan
5. Tidak semua permasalahan dapat diselesaikan dengan eksperimen, oleh sebab itu pemilihan masalah dalam percobaan sangat perlu diperhitungkan.

**b. Pendekatan Induktif**

Pendekatan induktif awalnya dikemukakan oleh filosof inggris Prancis Bacon (1561) yang menghendaki agar penarikan kesimpulan didasarkan atas fakta-fakta yang konkrit sebanyak mungkin, sistem ini dipandang sebagai sistem

berpikir yang paling baik pada abad pertengahan yaitu cara berpikir induktif disebut juga sebagai dogmatis artinya bersifat mempercayai begitu saja tanpa diteliti secara rasiaonal. Berpikir induktif adalah suatu proses dalam berpikir yang berlangsung dari khusus menuju ke umum. Orang mencari ciri-ciri atau sifat-sifat tertentu dari berbagai fenomena, kemudian menarik kesimpulan bahwa ciri-ciri atau sifat-sifat itu terdapat pada semua jenis fenomena. Dalam konteks pembelajaran pendekatan induktif merupakan pendekatan pengajaran yang bermula dengan menyajikan sejumlah keadaan khusus kemudian dapat disimpulkan menjadi suatu fakta, prinsip atau aturan.[31]

Pendekatan induktif adalah pendekatan yang dilakukan untuk membangun sebuah teori berdasarkan hasil pengamatan atau observasi.[32] Dengan kata lain, pendekatan ini menekankan pada pengamatan dahulu, lalu menarik kesimpulan dari pengamatan tersebut. Metode ini sering disebut dengan pendekatan pengambilan kesimpulan dari khusus menuju umum (*going from spesific to the general.)*

Adapun kelebihan dan kekurangan dari pendekatan induktif adalah :[33]

1) Kelebihan pendekatan induktif
    a) Memberikan kesempatan pada siswa untuk berusaha sendiri untuk menemukan sendiri suatu konsep sehingga akan diingat dengan lebih baik.

[31]Sagala, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, hal. 77

[32] http://www.yohanli.com/metode-riset.html (online, 21 januari 2013)

[33] Tunggal Purwatisari Handayani, *Pembelajaran fisika*....., hal. 45

b) Murid memahami sifat atau rumus melalui serangkaian contoh.

c) Dapat meningkatkan semangat belajar siswa.

2) Kelemahan pendekatan induktif

a) Memerlukan banyak waktu

b) Kadang-kadang hanya sebagian siswa yang terlibat secara aktif

Pendekatan induktif ini mempunyai langkah-langkah sebagai berikut:[34]

1. Memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan induktif.
2. Menyajikan contoh-contoh khusus konsep, prinsip atau aturan yang memungkinkan siswa memperkirakan (hipotesis) sifat umum yang terkandung dalam contoh-contoh tersebut.
3. Disajikan bukti-bukti yang berupa contoh tambahan untuk menunjang atau menyangkal perkiraan itu.
4. Disusun pernyataan mengenai sifat umum yang telah terbukti berdasarkan langkah-langkah yang terdahulu.

Pada poin nomor empat menurut Syamsudin Makmun siswa belajar mengadakan kombinasi dari berbagai konsep atau pengertian dengan mengoperasikan kaidah-kaidah logika formal (Induktif, deduktif, analisis, sintesis, asosiasi, diferensiasi, komparasi, dan kausalitas), sehingga siswa dapat membuat kesimpulan tertentu yang mungkin selanjutnya dapat dipandang sebagiai "rule" (prinsip, aturan, dalil, hukum, kaidah dan sebagainya).[35]

---

[34] Sagala, *Konsep dan makna Pembelajaran*, hal. 77

[35] *Ibid.*

## E. Kalor

### a. Pengertian kalor

Kalor adalah energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke lebih rendah.[36]Kalor merupakan energi yang berpindah karena adanya perubahan suhu antara dua benda.[37]Oleh karena itu kalor bukanlah jumlah energi yang dikandung dalam suatu benda. Satuan kalor dalam SI adalah joule. Akan tetapi, kalor sering dinyatakan dinyatakan dalam kalori. Satu kalori didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikan temperatur 1 gram air sebesar 1 derajat celcius (atau 1 Kelvin).[38] Satu kalori kira-kira sama dengan 4,18 joule atau dibulatkan menjadi 4,2 joule.

Suhu dan kalor mempunyai makna yang berbeda. Suhu adalah derajat panas atau dinginya suatu benda yang diukur dengan termometer, sedangkan kalor sesuatu yang mengalir dari benda panas ke benda yang lebih dingin untuk menyamakan suhunya.[39] Istilah kalor disini mengacu pada energi yang berpindah dari benda satu ke benda yang lainnya karena perubahan suhu. Begitu proses perpindahan energi ini berhenti maka kalor tidak lagi memiliki arti. Energi yang dimaksud adalah energi dalam yang terdapat pada seluruh molekul zat. Secara sederhana kita dapat menyatakan beda antara suhu, kalor dan energi dalam sebagai berikut. Suhu mempresentasikan energi kinetik satu

---

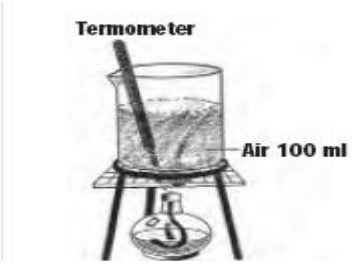
[36] Mohamad Ishaq, *Fisika Dasar Edisi 2*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007, hal. 236

[37] Yayan Wulandari, *1001 Ulasan Fisika SMA kelas X*, Tanggerang Selatan : Scientific Press, 2012, hal.225

[38] Mohamad Ishaq, *Fisika Dasar Edisi 2*, hal. 237

[39] Marthen Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1B*, Jakarta: Erlangga, 2004, hal.24

molekul zat. Energi dalam adalah ukuran energi seluruh molekul dalam zat. Sedangkan kalor adalah perpindahan sebagian energi dalam dari suatu zat ke zat lain karena adanya perbedaan suhu.




Gambar 2.1 Pengukuran suhu air yang dipanaskan

**b. Teori kalorik dan teori kinetik**

Teori kalorik merupakan salah satu teori yang mampu menjelaskan banyak proses mengenai kalor diantaranya seperti hantaran kalor atau pencampuran zat-zat di dalam sebuah kalorimeter dengan cara yang memuaskan.[40]Sebelum mengetahui kalor adalah salah satu bentuk energi, para ilmuan menganggap bahwa kalor adalah sejenis zat cair (disebut kalorik) yang terkandung dalam setiap benda dan tidak bisa dilihat oleh mata manusia. Teori ini disebut teori kalorik, yang diperkenalkan oleh Antoine Lauret Lavoiser.[41] Teori kalorik menyatakan bahwa benda yang bersuhu tinggi mengandung kalori yang lebih banyak daripada benda yang bersuhu rendah. Pada saat kedua benda dipersatukan, maka benda yang kaya kaloriknya kehilangan sebagian kaloriknya yang diberikan kepada benda lain sampai kedua benda mencapai temperatur

[40] Halliday Resnick, *Fisiska Jilid 1 Edis ke 3*, Jakarta : PT. Gelora Akasara Pratama, 1985, hal. 722

[41] Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1B*, hal. 25

yang sama.[42]Akan tetapi, teori ini tidak dapat menjelaskan mengapa kedua telapak tangan terasa hangat ketika anda menggesek-gesekannya. Disini kalor sungguh dihasilkan oleh usaha karena gesekan. Ini jelas menunjukan bahwa kalor, seperti halnya usaha adalah salah satu bentuk energi. Semua bentuk energi adalah ekivalen (setara) dan ketika sejumlah energi hilang proses selalu disertai dengan munculnya sejumlah energi yang sama dalam bentuk lainnya. Ini mengarah kepada kesimpulan bahwa total energi dijaga tetap yang disebut *prinsip kekekalan energi.*

Teori kinetik adalah sebuah teori yang menggantikan teori kalorik karena teori kinetik dapat menjelaskan mengapa tangan terasa hangat ketika kedua telapak tangan digesek secara bersamaan. Dengan kata lain teori ini mampu menjelaskan konsep kalor sebagai sebuah zat . Teori kinetik menyatakan bahwa setiap zat terdiri atas partikel-peartikel kecil yang selalu bergerak.[43] Benda panas memiliki partikel yang lebih aktif bergerak. Pergerakan ini menghasilkan energi yang lebih besar. Sementara itu, benda yang lebih dingin memiliki partikel yang kurang aktif bergerak sehingga energi kinetiknya juga kecil. Pada saat kedua benda bersentuhan, partikel dalam benda panas akan menabrak partikel pada benda dingin. Proses tabrakan ini menyebabkan terjadinya perpindahan energi diantara kedua benda sampai tercapai kesetimbangan termal.

[42] Halliday Resnick, *Fisiska Jilid 1 Edis ke 3*, hal. 722

[43] *Ibid.*

**c. Hubungan kalor, kenaikan suhu dan massa benda**

Kalor merupakan perpindahan energi yang berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah ketika kedua benda bersentuhan.[44] Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel yang bersuhu rendah. Ketika merebus air dalam sebuah ketel atau panci, makin besar nyala api maka semakin besar kalor yang diberikan pada air dan menghasilkan kenaikan suhu yang lebih besar daripada suhu sebelumnya. Jika kalor yang sama diberikan pada ketel yang berisi lebih sedikit air, kenaikan suhu air lebih cepat daripada kenaikan suhu air yang pertama. Jadi, kenaikan suhu antara air di ketel pertama dan air di ketel kedua adalah berbeda meskipun kalor yang diberikan sama. Hal ini karena banyaknya air pada kedua ketel tidak sama. Sehingga, jelaslah ada hubungan antara banyaknya kalor *Q*, kenaikan suhu $\Delta T$, dan massa air *m.* Secara induktif, makin besar kenaikan suhu suatu benda, makin besar pula kalor yang diserap. Selain itu kalor yang diserap juga bergantung pada massa benda dan bahan penyusun benda. Secara matematis dapat ditulis persamaannya sebagai berikut.

$$Q = m.c.\Delta T$$ [45]

Keterangan :

*Q* = Banyaknya kalor yang diperlukan (joule)

*m* = Massa benda (kg)

*c* = Kalor jenis (joule/kg $^{o}$C)

---

[44] Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1B*, hal. 24

[45] Setya Nurachmandani, *Fisika 1 untuk SMA/MA kelas X*, Jakarta : Pusat perbukuan, Depatemen Pendidikan Nasional, 2009, hal. 157

$\Delta T$ = Perubahan suhu ($^oC$)

**d. Kalor jenis dan Kapasitas Kalor**

**1) Kalor Jenis**

Kalor jenis secara fisis berarti jumlah energi yang dibutuhkan tiap suatu satuan zat agar temperaturnya berubah. Dengan kata lain, jumlah kalor Q yang dibutuhkan satu benda dengan benda lain berbeda satu sama lain. Jika zat A kalor jenisnya lebih rendah dari zat B, maka artinya zat A cendrung lebih mudah berubah temperaturnya , lebih cepat panas dan juga lebih cepat dingin.[46]

Kalor jenis didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K.[47] Kalor jenis merupakan suatu tetapan untuk menunjukan kekhasan suatu zat dalam menyerap kalor.[48] Zat yang memiliki kalor lebih tinggi mampu menyerap lebih banyak kalor untuk kenaikan suhu yang rendah. Menurut definisi, kalor jenis *c* dapat dinyatakan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$c = \frac{Q}{m.\Delta T}$$ [49]

Keterangan :

*Q* = Banyaknya kalor yang diperlukan (joule)

*m* = Massa benda (kg)

---

[46] Mohamad Ishaq, *Fisika Dasar Edisi 2*, hal. 238

[47] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*, Jakarta: PT. PHIBETA, 2006, hal. 157

[48] Wulandari, *1001Ulasan fisika SMA*, hal.225

[49] *Ibid*,. hal. 157

$c$ = Kalor jenis (joule/kg $^{o}$C)

$\Delta T$ = Perubahan suhu ($^{o}$C)

**Tabel 2.1 Tabel kalor jenis beberapa zat[50]**

| No | Nama zat | Kalor jenis (J/ kg $^{o}$C |
|---|---|---|
| 1 | Alkohol | 2400 |
| 2 | Es | 2100 |
| 3 | Air | 4200 |
| 4 | Alumunium | 900 |
| 5 | Besi/baja | 450 |
| 6 | Emas | 130 |
| 7 | Uap air | 2.010 |
| 8 | Gliserin | 2.400 |
| 9 | Kaca | 670 |
| 10 | Kayu | 1.700 |
| 11 | Kuningan | 380 |
| 12 | Marmer | 860 |
| 13 | Minyak tanah | 2.200 |
| 14 | Perak | 230 |
| 15 | Raksa | 140 |
| 16 | Seng | 390 |
| 17 | Tembaga | 390 |
| 18 | Timbal | 130 |
| 19 | Badan manusia | 3.470 |
| | | |

**2) Kapasitas kalor**

Kapasitas kalor adalah perbandingan banyaknya tenaga kalor ΔQ yang dibekalkan kepada sebuah benda untuk menaikan temperaturnya sebanyak ΔT.[51] Kapasitas kalor juga didefinisikan sebagai banyaknya energi

[50] *Ibid.*

[51] Halliday Resnick, *Fisiska Jilid 1 Edis ke 3*, hal. 725

yang harus diberikan dalam bentuk kalor untuk menaikan suhu suatu benda sebesar satu derajat.[52]

Kapasitas kalor *C* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = m.c$$ [53]

Keterangan :

C = Kapasitas kalor (J/$^{o}$C)

m = massa benda (kg)

*c* = kalor jenis zat (joule/kg $^{o}$C)

**3) Asas Black**

Kalor adalah energi yang pindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah.[54]Oleh karena itu, pengukuran kalor menyangkut perpindahan energi. Pengukuran kalor sering dilakukan untuk menentukan kalor jenis suatu zat, sebab jika kalor jenis suatu zat sudah diketahui, maka kalor yang diserap atau kalor yang dilepas dapat ditentukan dengan mengukur perubahan wujud zat tersebut.

Seorang ilmuan fisika Joseph black melakukan pengukuran terhadap kalor jenis suatu benda dengan meletakan sebuah benda pada keadaan kontak termal dengan benda lain yang kalor jenisnya sudah diketahui. Misalkan benda yang akan diukur kalor jenisnya bermassa $m_1$, dan suhu awalnya $T_1$. Suatu zat cair yang bermassa $m_2$ dan suhu awalnya $T_2$ ditempatkan pada sebuah gelas dan ditempatkan dalam suatu sistem

[52] Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1*, hal. 31

[53] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*,hal. 157

[54] *Ibid*., hal.158

tertutup, yang disebut kalorimeter. Benda $m_1$, dicelupkan ke dalam zat cair, dan suhu campuran $T_f$, keduanya dicatat. Dalamhal ini tidak ada kalor yang keluar atau masuk dari dan dalam sistem ini karena air berada dalam kalorimeter. Banyaknya kalor yang diserap oleh benda yang dingin (dalam hal ini benda $m_1$) $Q_1$ sama dengan banyaknya kalor yang dilepas oleh benda panas $Q_2$ dengan demikian diperoleh bahwa:

$$Q_{Lepas} = Q_{Terima}$$ [55]

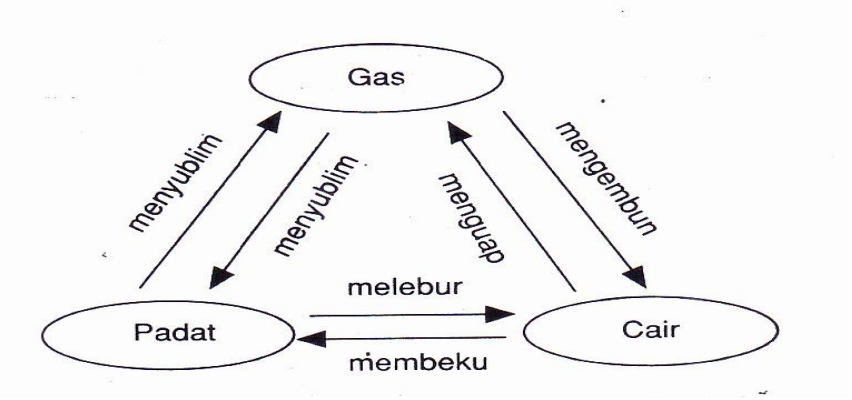
Persamaan diatas disebut hukum kekekalan energi kalor atau *Asas Black* yang menyatakan "*bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepaskan".*

**e. Kalor Laten dan Perubahan wujud zat**

Sebuah benda dapat berubah wujud ketika suhunya dinaikan atau diturunkan. Apabila suatu zat padat, misalnya es dipanaskan, maka es akan menyerap kalor dan berubah menjadi zat cair. Perubahan wujud zat padat menjadi cair ini disebut *melebur.* Suhu dimana zat mengalami peleburan disebut *titik lebur zat.* Kejadian yang sebaliknya *membeku,* yaitu perubahan wujud zat cair menjadi zat padat. Suhu dimana zat mengalami pembekuan disebut *titik beku.* Jika zat cair ini terus dipanaskan, maka akan menguap dan berubah wujud menjadi gas. Perubahan wujud tersebut dinamakan *menguap.* Pada peristiwa penguapan dibutuhkan kalor. Proses kebalikan dari menguap adalah *mengembun,* yaitu perubahan wujud dari uap menjadi cair.[56]

[55] Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1,* hal. 34

[56] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X,* hal. 159




Gambar 2.2 Perubahan wujud zat

Perubahan wujud zat melebur, membeku, menguap dan mengembun, suhu zat tetap walaupun ada pelepasan atau penyerapan kalor. Dengan demikian, ada sejumlah kalor yang dilepaskan atau diserap pada saat perubahan wujud, tetapi tidak digunakan untuk menaikan atau menurunkan suhu. Kalor semacam ini disebut *kalor laten.* [57] Besarnya kalor ini bergantung pada jumlah zat yang mengalami perubahan wujud. Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan oleh suatu benda untuk mengubah wujud per satuan massa. Dengan demikian dapat dirumuskan bahwa :

$$L = \frac{Q}{m}$$ [58]

Untuk mengetahui banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk mengubah wujud suatu zat, maka berdasarkan persamaan di atas dapat ditulis:

$$Q = m.L$$ [59]

Keterangan:

[57] *Ibid.,* hal. 160

[58] *bid.*

[59] *Ibid.*

L = kalor laten (J/kg)

Q = banyaknya kalor yang diperlukan (J)

m = massa zat (kg)

Kalor yang diserap oleh suatu zat pada saat melebur atau menguap tidak menaikan suhunya. Berdasarkan teori kinetik, pada saat melebur atau menguap, kecepatan getaran molekul bernilai maksimum. Kalor yang diserap tidak menambah kecepatannya, tetapi digunakan untuk melawan gaya ikat antar molekul zat tersebut sehingga zat padat dapat berubah menjadi cair dan sebaliknya.

Kalor laten beku besarnya sama dengan kalor laten lebur dan biasanya disebut dengan *kalor lebur* ($L_f$). Kalor lebur adalah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat padat menjadi zat cair. Sesuai definisi di atas dapat ditulis :

$$L_f = \frac{Q}{m}$$ [60]

Untuk mengetahui banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan suatu zat, maka berdasarkan persamaan di atas dapat ditulis:

$$Q = m.L_f$$ [61]

Keterangan :

$L_f$ = kalor lebur zat (J/kg)

Q = kalor yang diperlukan (J)

---

[60] Kanginan, *Fisika untuk SMA kelas X Semester II 1*, hal. 42

[61] *Ibid.*

m = massa zat (kg)

Kalor laten uap sama dengan kalor laten embun dan disebut dengan *kalor uap* ($L_v$). Kalor uap adalah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat cair menjadi uap pada titik didih normalnya. Kalor uap disebut juga *kalor didih*. Jika banyaknya kalor yang diperlukan untuk mendidihkan zat yang massanya *m* kg dan *Q* joule, maka dapat ditulis:

$$L_v = \frac{Q}{m} \quad [62]$$

Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk mendidihkan air kemudian menjadi uap, maka berdasarkan persamaan di atas dapat ditulis:

$$Q = m.L_v \quad [63]$$

Keterangan :

$L_v$ = kalor uap/ kalor didih zat (J/kg)

Q = kalor yang diperlukan (J)

m = massa zat (kg)

**Tabel 2.2 Tabel titik lebur, titik didih, kalor lebur dan kalor didih zat[64]**

| Zat | Titik lebur Normal ($^oC$) | Kalor lebur (J/kg) | Titik didih normal ($^oC$) | Kalor didih (J/kg) |
|---|---|---|---|---|
| Helium | -269,65 | $5,23 \times 10^3$ | -268,93 | $209 \times 10^3$ |
| Hidrogen | -259,31 | $58,6 \times 10^3$ | -252,89 | $452 \times 10^3$ |
| Nitrogen | -209,97 | $25,5 \times 10^3$ | -195,81 | $201 \times 10^3$ |
| Oksigen | 218,79 | $13,8 \times 10^3$ | -182,97 | $213 \times 10^3$ |
| Alkohol | -114 | $104,2 \times 10^3$ | 78 | $853 \times 10^3$ |
| Raksa | -39 | $11,8 \times 10^3$ | 357 | $272 \times 10^3$ |
| Air | 0,00 | $334 \times 10^3$ | 100,00 | $2.256 \times 10^3$ |
| Sulfur | 119 | $38,1 \times 10^3$ | 4444,60 | $326 \times 10^3$ |
| Timah hitam | 327,3 | $24,5 \times 10^3$ | 1.750 | $871 \times 10^3$ |

[62] *Ibid*., hal. 43

[63] *Ibid.*

[64] *Ibid.*

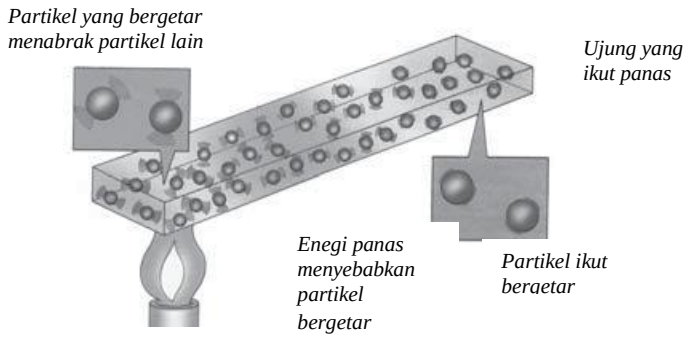
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Antimon | 630,50 | 165 x $10^3$ | 1.440 | 561 x $10^3$ |
| Perak | 960,50 | 88,3 x $10^3$ | 2.193 | 2.336x $10^3$ |
| Emas | 1.063,00 | 64,5 x $10^3$ | 2.660 | 1.578 x $10^3$ |
| Tembaga | 1.083 | 134 x $10^3$ | 1.187 | 5.069 x $10^3$ |

**f. Perpindahan kalor**

Perpindahan kalor dapat terjadi dengan tiga cara yaitu, *konduksi*, *konveksi* dan *radiasi.*

**1. Konduksi**

Konduksi adalah perpindahan kalor yang tidak disertai perpindahan zat penghantar.[65] Misalnya, pada batang logam yang dipanaskan salah satu ujungnya, maka ujung batang yang lain akan ikut panas.




Gambar 2.3 Perpindahan kalor secara konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi dapat terjadi dalam dua proses berikut:

a. Pemanasan pada satu ujung zat menyebabkan pertikel-partikel pada ujung itu bergetar lebih cepat dan suhunya naik, atau energi kinetiknya bertambah. Partikel-partikel yang energi kinetiknya lebih besar memberikan sebagian energi kinetiknya kepada partikel-partikel tetangganya melalui tumbukan sehingga pertikel-partikel ini memiliki

[65] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*, hal. 163

energi kinetik lebih besar. Proses perpindahan kalor seperti ini berlangsung lambat karena untuk memindahkan lebih banyak kalor diperlukan beda suhu yang tinggi di antara kedua ujung.

b. Dalam *logam*, kalor dipindahkan melalui elektron-elektron bebas yang terdapat dalam struktur atom logam. Elektron bebas ialah elektron yang dengan mudah dapat berpindah dari satu atom ke atom lain. Di tempat yang dipanaskan, energi elektron-elektron bertambah besar. Oleh karena elektron bebas mudah berpindah, pertambahan energi ini dengan cepat dapat diberikan ke elektron-elektron lain yang letaknya lebih jauh melalui tumbukan dengan cara ini kalor berpindah lebih cepat.

Berdasarkan kemampuan menghantar kalor, zat dibagi atas dua golongan yaitu:

a. Konduktor yaitu zat yang mudah menghantarkan kalor. Contoh konduktor seperti perak, tembaga, alumunium, besi, silikon dan karbon.
b. Isolator yaitu zat yang sukar menghantar kalor. Contoh isolator seperti kaca, air, plastik, karet, kayu dan wol.

Laju perpindahan kalor secara konduksi bergantung pada panjang *L*, luas penampang *A*, konduktivitas termal *k* atau jenis bahan, dan beda suhu $\Delta \boldsymbol{T}$. Banyaknya kalor Q yang dapat berpindah selama waktu *t* tertentu ditulis dengan persamaan berikut:

$$\frac{Q}{t} = \text{k.A}\,\frac{\Delta T}{d}$$ [66]

[66] *Ibid.*

Jika $\frac{Q}{t}$ merupakan kelajuan hantaran kalor (banyaknya kalor yang mengalir persatuan waktu), maka persamaan diatas menjadi seperti berikut:

$$H = k.\ A\ \frac{\Delta T}{d}$$ [67]

Keterangan :

H = kelajuan konduksi kalor (J/s)

Q = banyaknya kalor yang mengalir (J)

t = lamanya kalor mengalir (s)

k = konduktivitas termal ($Js^{-1}m^{-2}\ ^oC^{-1}$)

A = luas pemukaan ($m^2$)

d = ketebalan dinding (m)

**Tabel 2.3 Tabel konduktivitas termal zat beberapa zat[68]**

| Zat | Konduktivitas termal ($W/m^oC$) |
|---|---|
| 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 |

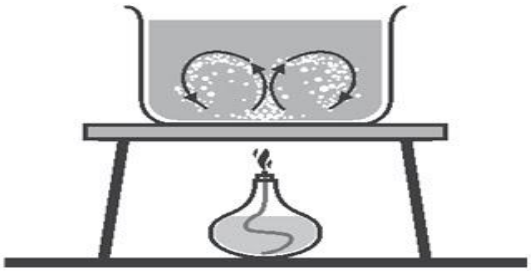
[67] *Ibid.*

[68] Nurachmandani, *Fisika 1 untuk SMA/MA kelas X,* hal. 167

**2. Konveksi**

Konveksi adalah perpindahan kalor yang disetai perpindahan partikel-partikel zat.[69]Pada peristiwa ini, perpindahan kalor disertai dengan perpindahan partikel zat.[70] Perpindahan kalor secara konveksi dapat terjadi pada zat cair dan gas.

*a) Konveksi Pada Zat Cair*



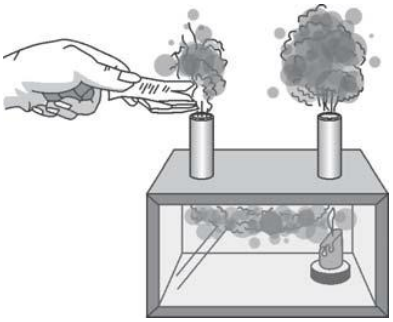
Gambar 2.4 Konveksi pada zat cair

Gambar (2.4) menunjukan aliran konveksi pada zat cair, mula-mula air yang dipanaskan naik, kemudian membelok ke kiri dan ke kanan lalu turun dan membelok lagi ke tempat yang dipanaskan begitu seterusnya. Hal ini terjadi karena massa jenis partikel-partikel air yang dipanaskan akan mengecil sehingga bagian air ini akan terangkat ke atas, sedangkan bagian air yang semula berada di atas akan turun karena massa jenis partikelnya lebih besar.

[69] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*, hal 164

[70] *Ibid.*

*b) Konveksi Pada Gas*



Gambar 2.5 Aliran konveksi pada gas

Perhatikan gambar (2.5) diatas sebuah cerobong asap yang mana terdiri atas dua cerobong satu diantaranya tidak diberikan lilin dan yang lainnya diletakan lilin dibawahnya. Ternyata, asap diatas cerobong yang tidak dipanaskan akan bergerak turun ke dalam kotak lalu mengalir ke atas lilin dan keluar lagi melalui cerobong yang dipanaskan. Hal ini terjadi karena udara dalam kotak yang terkena panas lilin, massa jenisnya mengecil dan terangkat ke atas melalui cerobong yang dipanaskan, sedangkan massa jenis asap lebih besar sehingga akan bergerak turun masuk ke dalam kotak.

Konveksi terbagi menjadi 2 macam, yaitu *konveksi alami dan konveksi paksa.* Pada konveksi alami, pergerakan atau aliran panas dipaksa dialirkan ke tempat yang dituju dengan bantuan alat tertentu, misal kipas angin atau blower.[71] Dalam konveksi paksa, fluida yang telah dipanasi langsung diarah ketujuan peniupnya oleh sebuah peniup (blower).[72]

[71] *Ibid*., hal.164

[72] Kanginan, *Fisika 1a untuk SMA Kelas X,* hal. 74

Konveksi paksa terjadi misalnya pada sistem pendingin mesin pada mobil dan alat pengering rambut.

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

$$H = h.\ A.\ \Delta T$$ [73]

Keterangan :

H =laju perpindahan kalor ($Js^{-1}$)

h =koefesien konveksi ($Js^{-1}m^{-2}\ ^oC^{-1}$)

A =luas pemukaan ($m^2$)

$\Delta$T =perubahan suhu ($^oC$)

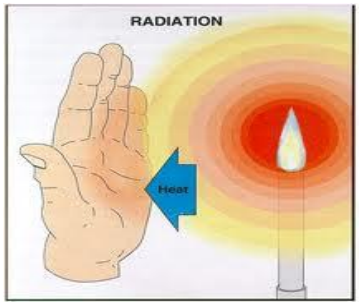
Nilai *h* bergantung pada kepada bentuk dan kedudukan permukaan yang bersentuhan dengan fluida.

**3. Radiasi**

Perpindahan kalor yang tidak memerlukan perantara (medium) disebut radiasi. Diantara matahari dan bumi terdapat lapisan atmosfer yang sulit menghantarkan panas baik secara konduksi atau konveksi. Selain itu, di antara matahari dan bumi juga terdapat ruang hampa yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan kalor. Sehingga perpindahan kalor dari matahari sampai ke bumi tidak memerlukan perantara melainkan melalui ruang hampa karena energi kalor dibawa dalam bentuk gelombang

[73]Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*, hal. 164

elektromagnetik. Sebuah benda yang secara sempurna mampu menyerap dan memancarkan radiasi gelombang elektromagnetik disebut *benda hitam.*




Gambar 2.6 Perpindahan kalor secara radiasi

Pada tahun 1874, *Joseph Stefan* melakukan pengukuran laju yang dipancarkan oleh sebuah benda, dan diperoleh hasil bahwa laju kalor yang diradiasikan tersebut sebanding dengna pangkat empat suhu mutlak benda. Lima tahun kemudian, *Ludwig Boltzmann*, menyempurnakan penemuan tersebut berdasarkan penjelasan teoritik. Temuan tersebut dikenal sebagai *Hukum Stefan-Boltzmann,* yang berbunyi : [74]

"Energi total yang dipancarkan oleh suatu permukaan hitam sempurna dalam bentuk radiasi kalor setiap satuan waktu, tiap satuan luas, tiap satuan luas permukaan sebanding dengan pangkat empat puluh suhu mutlak permukaan itu".

Secara sistematis ditulis :

$$H = \sigma.A.T^4 \quad [75]$$

Keterangan :

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

σ = Tetapan Stefan-boltzmann ($\sigma = 5{,}672 \times 10^{-8} watt^{-2}K^{-4}$)

[74] *Ibid*., hal. 164

[75] *Ibid*., hal. 165

A = Luas permukaan ($m^2$)

T = Suhu mutlak permukaan benda (Kelvin)

Tetapan $\sigma$ (dibaca sigma) dikenal sebagai tetapan *Stefan-Boltzman* dan di dalam satuan SI mempunyai nilai sebagia berikut:

$$\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}\ \mathrm{W\ m^{-2}\ K^4} \quad [76]$$

Persamaan di atas berlaku untuk benda dengan permukaan hitam sempurna. Tapi, tidak setiap benda dapat dianggap sebagai benda hitam sempurna. Oleh karena itu, untuk setiap benda dengan eminitas *e* ($0 \leq e \leq 1$) sehingga ditulis menjadi :

$$\frac{Q}{t} = e.\sigma.A.T^4 \quad [77]$$

Emisivitas benda (e) adalah suatu ukuran seberapa besar pemancaran radiasi kalor suatu benda dibandingkan dengan benda hitam yang sempurna.[78] Untuk benda pemantul sempurna (penyerap paling buruk) nilai $e = 0$, sedangkan benda penyerap sempurna sekaligus pemancar sempurna, yaitu benda hitam sempurna nilai $e = 1$.[79]

Pemanfaatan radiasi dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya:

1. Pada hari yang panas, orang lebih suka memakai baju yang cerah daripada baju yang gelap. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penyerapan kalor.

---

[76] Kanginan, *Fisika 1a untuk SMA Kelas X*, hal. 81

[77] *Ibid.*

[78] *Ibid.*

[79] Supiyanto, *Fisika untuk SMA/MAKelas X*,hal. 165

2. Cat mobil/motor dibuat mengkilap dengan tujuan agar mengurangi peneyerapan kalor.
3. Mengenakan jaket tebal atau meringkung di bawah selimut tebal pada saat udara dingin sehingga badan terasa nyaman dan hangat.
4. Dinding termos yang dilapisi perak. Hal ini bertujuan untuk mencegah hilangnya kalor secara radiasi dalam termos. Sehingga air dalam termos tetap panas/hangat.