

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Media Pendidikan

Kata *media* berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara, atau pengantar. Menurut Briggs (1970) dalam Uno (2008: 114) menyatakan bahwa media adalah segala bentuk fisik yang dapat menyampaikan pesan serta merangsang peserta didik untuk belajar. Sedangkan Sukiman (2012: 29) menyatakan bahwa:

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta kemauan peserta didik sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran secara efektif.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyampaikan pesan dari sumber ke penerima pesan, dapat merangsang fikiran, perasaan dan kemauan peserta didik sehingga dapat mendorong terciptanya kegiatan belajar mengajar yang lebih efisien dan efektif. Media dalam proses belajar mengajar dapat diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.

Menurut Arsyad (2005: 6) media pendidikan memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut:

- 1) Media pendidikan memiliki pengertian fisik yang dewasa ini dikenal sebagai *hardware* (perangkat keras), yaitu sesuatu benda yang dapat dilihat, didengar, atau diraba dengan pancaindera.
- 2) Media pendidikan memiliki pengertian nonfisik yang dikenal sebagai *software* (perangkat lunak), yaitu kandungan pesan yang terdapat dalam perangkat keras yang merupakan isi yang ingin disampaikan kepada peserta didik.
- 3) Penekanan media pendidikan terdapat pada visual dan audio.
- 4) Media pendidikan memiliki pengertian alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas.
- 5) Media pendidikan digunakan dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- 6) Media pendidikan dapat digunakan secara massal (misalnya: radio, televisi), kelompok besar dan kelompok kecil (misalnya: film, slide, video, OHP), atau perorangan (misalnya; modul, komputer, radio tape/kaset, video recorder).

Melihat penjelasan mengenai ciri-ciri umum media pendidikan yang dikemukakan oleh Arsyad di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media pendidikan adalah segala sesuatu baik yang berupa fisik maupun nonfisik yang dapat menyampaikan pesan secara visual dan audio yang digunakan sebagai alat bantu dalam rangka komunikasi dan interaksi antara guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran yang dapat digunakan di dalam maupun di luar kelas. Selain itu sesuatu dapat dikatakan sebagai media pendidikan apabila dapat digunakan secara massal, kelompok besar dan kelompok kecil atau perorangan.

Peran dan kontribusi media dalam kegiatan pembelajaran sangatlah baik dan menguntungkan. Sehingga dengan adanya media dalam kegiatan pembelajaran, maka siswa akan lebih mudah untuk mencapai tujuan pembelajaran. Seperti

yang diungkapkan dalam Uno (2008: 114), Kemp, dkk., (1985) menjabarkan sejumlah kontribusi media dalam kegiatan pembelajaran antara lain:

- 1) penyajian materi ajar menjadi lebih standar;
- 2) kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik;
- 3) kegiatan belajar menjadi lebih interaktif;
- 4) waktu yang dibutuhkan untuk pembelajaran dapat dikurangi;
- 5) kualitas belajar dapat ditingkatkan;
- 6) pembelajaran dapat disajikan di mana dan kapan saja sesuai dengan yang diinginkan;
- 7) meningkatkan sifat positif peserta didik dan proses belajar menjadi lebih kuat/baik;
- 8) memberikan nilai positif bagi pelajar.

Menurut Kemp dan Dayton (1985: 28) dalam Arsyad (2011: 19), media pembelajaran memiliki fungsi sebagai berikut:

Media dapat memenuhi tiga fungsi utama apabila media itu digunakan untuk perorangan, kelompok, atau kelompok pendengar yang besar jumlahnya, yaitu (1) memotivasi minat atau tindakan, (2) menyajikan informasi, dan (3) memberi instruksi. Untuk memenuhi fungsi motivasi, media pembelajaran dapat direalisasikan dengan teknik drama atau hiburan. Untuk tujuan informasi, media pembelajaran dapat digunakan dalam rangka penyajian informasi dihadapan sekelompok siswa. Media berfungsi untuk tujuan instruksi di mana informasi yang terdapat dalam media itu harus melibatkan siswa baik dalam benak atau mental maupun dalam bentuk aktivitas yang nyata sehingga pembelajaran dapat terjadi.

Dari penjelasan mengenai fungsi media di atas diketahui bahwa media dapat digunakan untuk perorangan ataupun untuk kelompok. Peran media dalam proses pembelajaran sangat penting yaitu selain untuk menyajikan informasi media juga berperan memberi motivasi dan instruksi, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Sadiman, dkk. (2005: 17-18) menyampaikan kegunaan-kegunaan media pendidikan secara umum sebagai berikut:

- 1) memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat visual.

- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera, seperti:
 - a) Objek atau benda yang terlalu besar untuk ditampilkan langsung di ruang kelas dapat diganti dengan gambar, foto, slide, realita, film, radio, atau model.
 - b) Objek atau benda yang terlalu kecil yang tidak tampak oleh indera dapat disajikan dengan bantuan mikroskop, film, slide, atau gambar.
 - c) Kejadian langka yang terjadi di masa lalu atau terjadi sekali dalam puluhan tahun dapat ditampilkan melalui rekaman video, film, foto slide di samping secara verbal.
 - d) Objek atau proses yang amat rumit seperti peredaran darah dapat ditampilkan melalui film, gambar, slide, atau simulasi komputer.
 - e) Kejadian atau percobaan yang dapat membahayakan dapat disimulasikan dengan media seperti komputer, film, dan video.
 - f) Peristiwa alam seperti terjadinya letusan gunung berapi atau proses yang dalam kenyataan memakan waktu lama seperti proses kepompong menjadi kupu-kupu dapat disajikan dengan teknik-teknik rekaman seperti *time-lapse* untuk film, video, slide, atau simulasi komputer.
- 3) Penggunaan media pendidikan secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif anak didik. Dalam hal media pendidikan berguna untuk meningkatkan kegairahan belajar; memungkinkan peserta didik belajar sendiri berdasarkan minat dan kemampuannya; dan memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara peserta didik dengan lingkungan dan kenyataan.
- 4) Memberikan rangsangan yang sama, dapat menyamakan pengalaman dan persepsi peserta didik terhadap isi pelajaran.
- 5) Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada peserta didik tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya misalnya melalui karyawisata, kunjungan-kunjungan ke museum atau kebun binatang.

Melihat fungsi media dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana yang dijabarkan oleh beberapa ahli di atas, maka dalam kegiatan belajar mengajar tidak mungkin dapat tercapai tujuannya secara optimal apabila tidak menggunakan media sebagai sarana kegiatan belajar mengajar. Media akan mempermudah, mengefisienkan waktu, mengefektifkan dan kegiatan pembelajaran akan berlangsung secara menyenangkan. Sehingga dengan

menggunakan media dalam kegiatan belajar mengajar maka tujuan belajar mengajar akan dapat tercapai secara optimal.

Bila kita akan membuat media pembelajaran langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan persiapan dan perencanaan yang teliti.

Sadiman, dkk. (2005: 100), menyatakan dalam membuat perencanaan, perlu memperhatikan dan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa;
- 2) merumuskan kompetensi dan indikator hasil belajar;
- 3) merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya kompetensi;
- 4) mengembangkan alat pengukur keberhasilan;
- 5) menulis naskah media;
- 6) mengadakan tes dan revisi.

Media pembelajaran yang dibuat dengan persiapan dan perencanaan yang baik dan teliti akan jauh lebih baik jika dibandingkan dengan media yang dibuat tanpa persiapan dan perencanaan. Persiapan dan perencanaan yang dilakukan oleh seorang pembuat media pembelajaran hendaknya merujuk beberapa pendapat menurut para ahli, agar media yang tercipta benar-benar sesuai kebutuhan.

B. Modul

Istilah modul dipinjam dari dunia teknologi. Modul merupakan jenis kesatuan kegiatan belajar yang terencana, dirancang untuk membantu para peserta didik secara individual dalam mencapai tujuan-tujuan belajarnya.

Menurut Sukiman (2012: 132):

Modul adalah semacam paket program untuk keperluan belajar. Dari satu paket program modul terdiri dari komponen-komponen yang berisi

tujuan belajar, bahan belajar, metode belajar, alat dan sumber belajar, dan sistem evaluasi.

Melihat pendapat dari ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa modul adalah paket pembelajaran dalam bentuk tertulis/cetak yang terdiri dari komponen-komponen yang disusun secara sistematis, memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan serta terdapat sistem evaluasi yang dapat digunakan untuk menguji diri peserta didik.

Di dalam sebuah modul harus memenuhi kriteria modul yang baik. Kriteria modul yang baik adalah modul harus tersusun secara sistematis. Di dalam modul harus terdapat tujuan, petunjuk penggunaan, kegiatan belajar, rangkuman materi, tugas, latihan, umpan balik dan kunci jawaban. Seperti yang diungkapkan oleh Sanjaya (2009: 156), dalam sebuah modul minimal berisi tentang:

- 1) tujuan yang harus dicapai, yang biasanya dirumuskan dalam bentuk perilaku yang spesifik sehingga keberhasilannya dapat diukur;
- 2) petunjuk penggunaan, yakni petunjuk bagaimana siswa mempelajari modul;
- 3) kegiatan belajar, berisi tentang materi yang harus dipelajari oleh siswa;
- 4) rangkuman materi, yakni garis-garis besar materi pelajaran.
- 5) tugas dan latihan;
- 6) sumber bacaan, yakni buku-buku bacaan yang harus dipelajari untuk mempelajari untuk memperdalam dan memperkaya wawasan;
- 7) item-item tes, soal-soal yang harus dijawab untuk melihat keberhasilan siswa dalam penguasaan materi pelajaran;
- 8) kriteria keberhasilan, yakni rambu-rambu keberhasilan siswa dalam mempelajari modul;
- 9) kunci jawaban.

Sementara menurut Sukiman (2012: 133), untuk memenuhi karakter *self*

instructional, modul harus:

- 1) merumuskan standar kompetensi dan kompetensi dasar dengan jelas;
- 2) mengemas materi pembelajaran ke dalam unit-unit kecil/spesifik sehingga memudahkan peserta didik belajar secara tuntas;
- 3) menyediakan contoh dan ilustrasi pendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
- 4) menyajikan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan peserta didik memberikan respons dan mengukur penguasaannya;
- 5) kontekstual, yakni materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan peserta didik;
- 6) menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif;
- 7) menyajikan rangkuman materi pembelajaran;
- 8) menyajikan instrumen penilaian (assessment), yang memungkinkan peserta didik melakukan self assessment;
- 9) menyajikan umpan balik atas penilaian peserta didik, sehingga peserta didik mengetahui tingkat penguasaan materi;
- 10) menyediakan informasi tentang rujukan (referensi) yang mendukung materi didik.

Berdasarkan beberapa penjelasan dari kutipan di atas, dapat disimpulkan bahwa modul merupakan media instruksional sebagai sarana pembelajaran yang dibuat dengan tujuan siswa dapat belajar mandiri baik dengan atau tanpa bimbingan dari guru, tanpa terikat oleh waktu, tempat, dan hal-hal diluar dirinya sendiri.

Kegiatan belajar mengajar menggunakan modul sebagai media pembelajaran akan sangat baik, karena modul merupakan satu paket media pembelajaran yang lengkap dan mudah dalam penggunaannya. Modul memiliki keuntungan-keuntungan yang tidak dimiliki oleh media pembelajaran lainnya sehingga kegiatan pembelajaran akan berlangsung efektif, efisien dan menyenangkan. Proses pembelajaran menggunakan modul memiliki beberapa keuntungan

seperti menurut Santyasa (2009: 11):

Keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan penerapan modul adalah sebagai berikut:

- 1) meningkatkan motivasi siswa, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
- 2) Setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui benar, pada modul yang mana siswa telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil.
- 3) Siswa mencapai hasil sesuai dengan kemampuannya.
- 4) Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester.
- 5) Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.

Melihat beberapa keuntungan yang dimiliki modul maka modul salah satu media yang baik bila digunakan dalam proses pembelajaran. Di dalam modul terdapat umpan balik dan tindak lanjut sehingga modul dapat digunakan secara mandiri oleh siswa baik dengan bimbingan guru maupun tanpa bimbingan guru.

C. Aspek Mutu dalam Penulisan Modul

Modul pembelajaran harus disusun dengan memenuhi kaidah-kaidah sebuah bahan tulisan. Agar modul pembelajaran yang dihasilkan mampu memerankan fungsi dan perannya dalam pembelajaran yang efektif, modul perlu diancang dan dikembangkan dengan memperhatikan beberapa elemen yang mensyaratkannya, yaitu: format, organisasi, daya tarik, ukuran huruf, spasi kosong, dan konsistensi.

Aspek penulisan modul seperti yang dikutip dari Abdurrahman (2012, 9-11) sebagai berikut:

1) Format

Gunakan format kolom (tunggal atau multi) yang proporsional. Gunakan tanda-tanda (*icon*) yang mudah ditangkap dan bertujuan untuk menekankan pada hal-hal yang dianggap penting atau khusus.

2) Organisasi

Tampilkan peta/bagan yang menggambarkan cakupan materi yang akan dibahas dalam modul. Organisasikan isi materi pembelajaran dengan urutan dan susunan yang sistematis, sehingga memudahkan peserta didik memahami materi pelajaran.

3) Daya Tarik

Tarik modul dapat ditempatkan di beberapa bagian seperti: bagian sampul (*cover*) depan, bagian isi modul dengan menempatkan ransangan-ransangan berupa gambar atau ilustrasi, pencetakan huruf tebal, miring, garis bawah atau warna serta tugas dan latihan dikemas sedemikian rupa sehingga menarik.

4) Bentuk dan Ukuran Huruf

Gunakan bentuk dan ukuran huruf yang mudah dibaca sesuai dengan karakteristik umum peserta didik. Gunakan perbandingan huruf yang proporsional antar judul, sub judul dan isi naskah.

5) Ruang (spasi kosong)

Gunakan spasi atau ruang kosong tana naskah atau gambar untuk menambah kontras penampilan modul. Spasi kosong dapat berfungsi untuk menambah catatan penting dan memberikan kesempatan jeda kepada peserta didik.

6) Konsistensi

Sebuah modul yang baik disusun dengan memenuhi unsur konsistensi baik dalam penulisan, kerangka, dan penyajiannya untuk tiap-tiap modul agar memudahkan peserta didik dalam menguasai struktur modul secara keseluruhan.

D. Teknik Penulisan Modul

Teknik penulisan modul merupakan suatu cara yang digunakan untuk menulis atau membuat modul. Contoh teknik penulisan modul seperti menurut Abdurrahman (2012, 12-16) sebagai berikut:

1) Kerangka Modul

Modul sebaiknya dipilih struktur atau kerangka yang sederhana dan yang paling sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada. Kerangka modul umumnya tersusun sebagai berikut:

Kata penantar
Daftar Isi
Tinjauan Umum Modul
Glosarium/Daftar Istilah
 I. PENDAHULUAN
1. Standdar Kompetensi dan Kompetensi Dasar
2. Deskripsi
3. Waktu
4. Prasyarat
5. Petunjuk Penggunaan Modul
6. Tujuan Akhir
 II. ISI MODUL (MODUL PEMBELAJARAN 1-N)
Kegiatan Pembelajaran 1
1. Tujuan
2. Uraian Materi
3. Latihan/Tugas
4. Rangkuman
5. Tes Formatif
6. Kunci Jawaban Tes Formatif
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut
8. Lembar Kerja Praktik (Jika ada)

Gambar 2.1 Kerangka modul (Abdurrahman, 2012, 12)

2) Deskripsi Kerangka

Halaman sampul berisi antara lain: label kode modul, label institusi, bidang/program studi keahlian dan kompetensi keahlian, judul modul, gambar ilustrasi (mewakili kegiatan yang dilaksanakan pada pembahasan modul), penulis modul, nama institusi, dan tahun modul disusun. Kata pengantar memuat informasi tentang peran modul dalam proses pembelajaran. Daftar isi memuat kerangka (*outline*) modul dan dilengkapi dengan nomor halaman. Tinjauan Umum Modul deskripsi yang menunjukkan kedudukan modul dalam keseluruhan program pembelajaran (sesuai dengan diagram pencapaian kompetensi yang termuat dalam

kurikulum). Glosarium memuat penjelasan tentang arti dari setiap istilah, kata-kata sulit dan asing yang digunakan dan disusun menurut urutan abjad (*alphabetis*).

Bagian pendahuluan berisi tujuh bagian yaitu standar kompetensi dan kompetensi dasar, deskripsi, waktu, prasyarat, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir dan cek penguasaan standar kompetensi. Deskripsi merupakan penjelasan singkat tentang nama dan ruang lingkup isi modul, kaitan modul dengan modul lainnya, hasil belajar yang akan dicapai setelah menyelesaikan modul, serta manfaat kompetensi tersebut dalam proses pembelajaran dan kehidupan secara umum. Waktu berupa jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menguasai kompetensi yang menjadi target belajar.

Prasyarat merupakan kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul tersebut, baik berdasarkan bukti penguasaan modul lain maupun dengan menyebut kemampuan spesifik yang diperlukan. Petunjuk penggunaan modul memuat panduan tatacara menggunakan modul. Tujuan akhir merupakan pernyataan tujuan akhir (*performance objective*) yang hendak dicapai peserta didik setelah menyelesaikan suatu modul.

Cek penguasaan standar kompetensi berisi tentang daftar pertanyaan yang akan mengukur penguasaan awal kompetensi peserta didik, terhadap kompetensi yang akan dipelajari pada modul ini. Apabila peserta didik telah menguasai standar kompetensi/kompetensi dasar yang akan dicapai, maka peserta didik dapat mengajukan uji kompetensi kepada penilai.

Pembelajaran terdiri dari beberapa kegiatan pembelajaran yang disesuaikan dengan materi pembelajaran. misal untuk kegiatan pembelajaran I terdiri dari rangkaian kegiatan seperti:

a) Tujuan

Memuat kemampuan yang harus dikuasai untuk satu kesatuan kegiatan belajar. Rumusan tujuan kegiatan relatif tidak terikat dan tidak terlalu rinci.

b) Uraian Materi

Berisi uraian pengetahuan/konsep/prinsip tentang kompetensi yang sedang dipelajari.

c) Tugas/Latihan

Berisi instruksi tugas yang bertujuan untuk penguatan pemahaman terhadap konsep/pengetahuan/prinsip-prinsip penting yang dipelajari. Bentuk-bentuk tugas dapat berupa: kegiatan observasi untuk mengenal fakta; studi kasus; kajian materi; latihan-latihan.

d) Rangkuman

Berisi ringkasan pengetahuan/konsep/prinsip yang terdapat pada uraian materi.

e) Tes formatif

Berisi tes tertulis sebagai bahan pengecekan bagi peserta didik dan guru/instruktur untuk mengetahui sejauh mana penguasaan hasil

belajar yang telah dicapai, sebagai dasar untuk melaksanakan kegiatan berikut.

f) Lembar Kerja Praktik

Berisi petunjuk atau prosedur kerja suatu kegiatan praktik yang harus dilakukan peserta didik dalam rangka penguasaan kemampuan psikomotorik. Isi lembar kerja antara lain: alat dan bahan yang digunakan, petunjuk tentang keamanan/keselamatan kerja yang harus diperhatikan, langkah kerja, dan gambar kerja (jika diperlukan) sesuai dengan tujuan yang akan dicapai.

g) Kunci Tes Formatif

Berisi jawaban pertanyaan dari tes yang diberikan pada setiap kegiatan pembelajaran dan evaluasi pencapaian kompetensi, dilengkapi dengan kriteria penilaian pada setiap item tes.

h) Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Berisi informasi kegiatan yang harus dilakukan peserta didik berdasarkan hasil tes formatifnya. Peserta didik diberi petunjuk untuk melakukan kegiatan lanjutan.

Daftar Pustaka berisi semua referensi/pustaka yang digunakan sebagai acuan pada saat penyusunan modul. Daftar pustaka ditulis sesuai kaidah penulisan daftar pustaka yang baku.

E. Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran

Penulisan buku teks pelajaran harus mengikuti kaidah-kaidah atau aturan-aturan yang baku atau standar. Kaidah penulisan buku teks pelajaran sudah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Adapun kaidah penulisan buku teks pelajaran untuk SMP/MTs dan SMA/MA menurut BSNP adalah sebagai berikut:

1) Ukuran Buku

Kesesuaian ukuran buku mengikuti standar ISO. Ukuran buku A4 (21 x 297 mm), A5 (148 x 21 mm), B5 (176 x 250 mm). toleransi ukuran antara 5 – 20 mm. Skala 1 = (15-20 mm), skala 2, (10-15 mm), skala 3 (5- 10 mm), skala 4 (0-5 mm).

2) Bagian Kulit Buku

Desain kulit muka, belakang dan punggung merupakan suatu kesatuan yang utuh. Elemen warna, ilustrasi, dan tipografi ditampilkan secara harmonis dan saling terkait satu dan lainnya. Memiliki pusat pandang (*point center*) yang baik sebagai daya tarik awal dari buku yang ditentukan oleh ketepatan dalam pemilihan tipografi, ilustrasi dan warna. Perbandingan ukuran antara ukuran unsur tata letak (tipografi, ilustrasi dan unsur pendukung lainnya seperti kotak, lingkaran dan elemen dekoratif lainnya) secara proporsional. Memperhatikan tampilan warna secara keseluruhan yang dapat memberikan nuansa tertentu yang sesuai dengan materi isi buku.

Menampilkan seluruh unsur tata letak secara proporsional dan harmonis.

Ukuran judul buku lebih dominan dibandingkan (nama pengarang dan penerbit). Warna judul buku kontras daripada warna latar belakang. Ukuran huruf proporsional dibandingkan ukuran buku (>14 pt). Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf dan tidak menggunakan huruf hias/dekorasi. Ilustrasi menggunakan bentuk, ukuran yang proporsional dan sesuai realita sehingga tidak menimbulkan salah paham dan penafsiran peserta didik.

3) Bagian Isi Buku

Penempatan unsur tata letak konsisten. Jarak antar paragraf jelas dan serta tidak ada *widow* atau *orphans*. Setiap penempatan judul bab seragam dan konsisten. Teks dan ilustrasi berdekatan karena merupakan kesatuan dengan ilustrasi yang ditampilkan. Memperhatikan margin dua halaman yang berdampingan.

Judul bab ditulis secara lengkap disertai dengan angka bab (Bab I, Bab II, dst). Penulisan sub judul dan sub-sub judul disesuaikan dengan hierarki naskah. Ilustrasi menggambarkan kesesuaian dan mampu memperjelas materi dengan bentuk dan ukuran yang proporsional serta warna yang menarik sesuai obyek aslinya. Keterangan gambar/legenda ditempatkan berdekatan dengan ilustrasi dengan ukuran huruf lebih kecil daripada huruf teks.

Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf, maksimal menggunakan dua jenis huruf sehingga tidak mengganggu peserta didik dalam menyerap informasi yang disampaikan. Panjang baris kalimat antara 45-75 karakter (sekitar 10-12 kata). Jenjang/hierarki judul-judul jelas, konsisten dan proporsional. Tidak terdapat alur putih di dalam teks. Bentuk ilustrasi harus proporsional, akurat dan realistis.

F. Multi Representasi

Proses pembelajaran menggunakan media untuk menyampaikan pesan dari pemberi ke penerima pesan. Media digunakan untuk mempermudah berlangsungnya kegiatan pembelajaran. Media yang digunakan dalam menyampaikan materi dengan satu representasi atau menggunakan berbagai macam bentuk representasi. Dalam kehidupan sehari-hari secara naluri manusia sebenarnya sudah berkomunikasi menggunakan berbagai bentuk representasi dalam menyampaikan dan menerima informasi. Seperti yang diungkapkan Kress dalam Abdurrahman dkk (2008: 373) bahwa:

“secara naluri manusia menyampaikan, menerima, dan menginterpretasikan maksud melalui berbagai penyampaian dan berbagai komunikasi. Baik dalam pembicaraan, bacaan maupun tulisan. Oleh karena itu, peran representasi sangat penting dalam proses pengolahan informasi mengenai sesuatu.”

Hall dalam Daewoo (2012: 1) menyatakan bahwa:

Representasi adalah konsep yang digunakan dalam proses sosial pemakaian melalui sistem penandaan yang tersedia: dialog, tulisan, video, film, fotografi, dsb. Secara ringkas, representasi adalah produksi makna melalui bahasa.

Melihat penjelasan mengenai pengertian representasi dari beberapa pendapat ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa representasi suatu konsep yang mewakili dan digunakan dalam menyampaikan sesuatu melalui beberapa bentuk seperti dialog, tulisan, video, film, dan sebagainya. Peran representasi sangatlah penting dalam kehidupan sehari-hari terlebih dalam kegiatan pembelajaran.

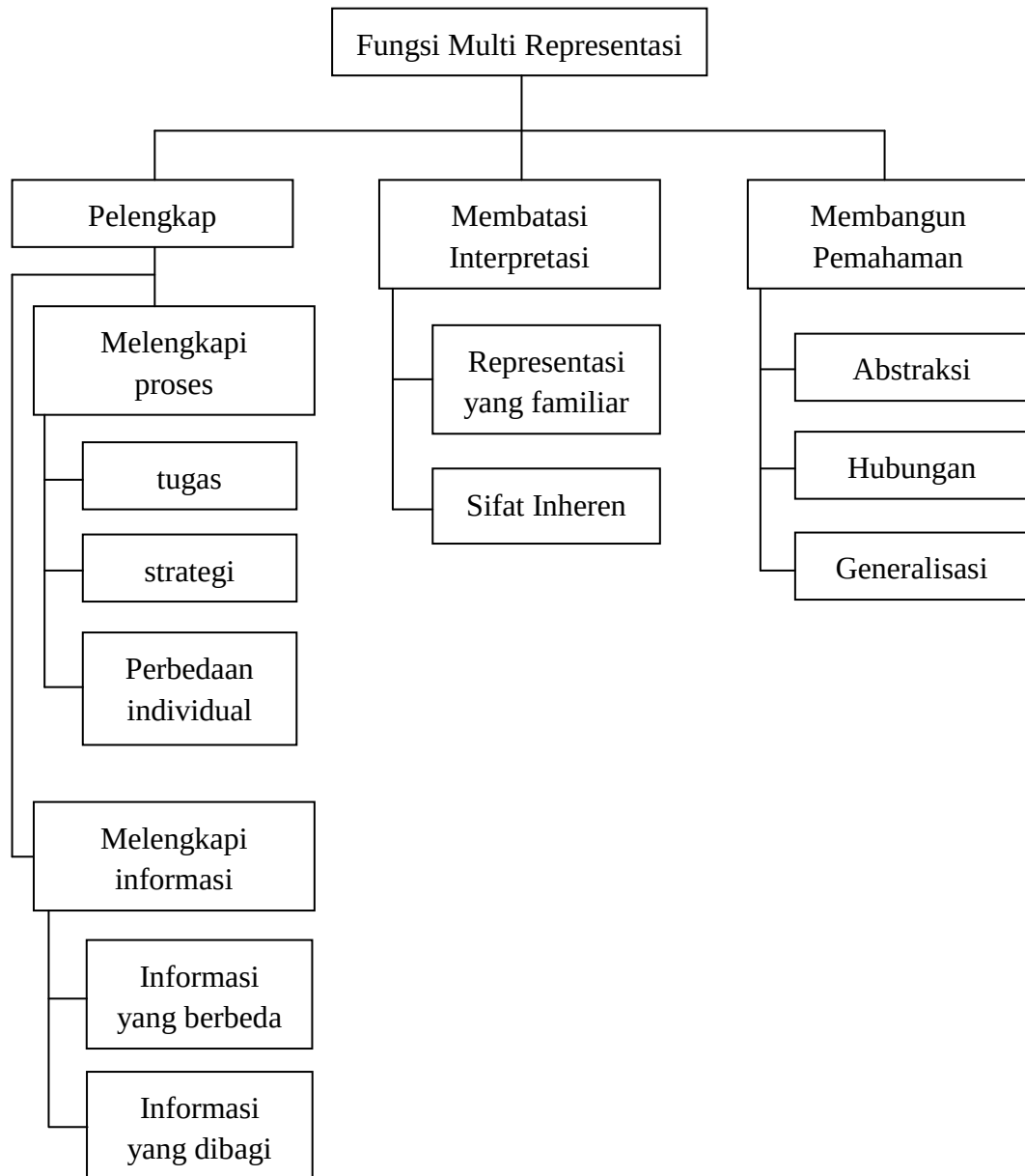
Sementara itu, Prain dan Waldrip dalam Suminnar (2012: 15) menyatakan bahwa:

Multi representasi berarti merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, diantaranya secara verbal, gambar, grafik dan matematika.

Melihat penjelasan mengenai multi representasi di atas dapat disimpulkan bahwa multi representasi adalah suatu cara menyatakan suatu konsep melalui berbagai cara dan bentuk diantaranya dalam bentuk verbal, gambar, grafik, diagram dan matematika. Dikatakan multi representasi apabila konsep yang sama disampaikan dengan lebih dari satu representasi.

Multi representasi memiliki tiga fungsi utama seperti yang diungkapkan oleh Ainsworth dalam Suminnar (2012: 15) yaitu:

Multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai pelengkap, pembatas interpretasi dan pembangun pemahaman.



Gambar 2.2 Fungsi multi representasi
Diterjemahkan dari Ainsworth dalam Suminnar (2012: 16)

Berdasarkan Gambar 2.2, fungsi multi representasi sebagai berikut:

- 1) Multi representasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap.
 - a) Multi representasi melengkapi proses untuk mendapatkan penjelasan mengenai suatu konsep tertentu atau dalam memecahkan soal fisika.

- b) Multi representasi melengkapi informasi. Multi representasi berfungsi untuk menyampaikan informasi dalam bentuk yang berbeda. Multi representasi digunakan untuk melengkapi suatu representasi yang tidak mencukupi untuk menyampaikan informasi atau mungkin terlalu sulit bagi siswa untuk mengartikan representasi tersebut. Selain itu, multi representasi berfungsi untuk menarik kesimpulan dari representasi yang beragam. Hal ini memungkinkan satu representasi menyediakan kebutuhan informasi yang mendukung untuk menarik kesimpulan.
- 2) Multi representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain. Hal ini dapat dicapai melalui dua cara yaitu memanfaatkan representasi yang bisa dikenal untuk mendukung interpretasi dari representasi yang kurang biasa dikenal atau lebih abstrak dan menggali sifat-sifat inheren satu representasi untuk membatasi interpretasi representasi kedua.
- 3) Multi representasi dapat digunakan untuk mendorong siswa membangun pemahaman yang lebih dalam. Pada fungsi ini, multi representasi dapat digunakan untuk meningkatkan abstraksi, membantu *generalisasi*, dan untuk membangun hubungan antar representasi-representasi. Meningkatkan abstraksi yaitu dengan menyediakan beragam representasi sehingga siswa dapat mengkonstruksi pemahaman mereka sendiri. Multi representasi untuk membantu *generalisasi* antara lain menggunakan berbagai bentuk representasi untuk menyediakan informasi dalam memecahkan soal dan merepresentasikan konsep yang sama dengan menggunakan representasi

yang berbeda. Membangun hubungan antar representasi digunakan untuk meningkatkan abstraksi dan membantu *generalisasi*.

Ainsworth dalam Suminnar (2012: 25) menyatakan bahwa:

Kemampuan siswa dalam menginterpretasikan representasi dipengaruhi oleh kombinasi representasi, perbedaan individual, dan proses dalam memahami suatu representasi. Perbedaan individual diantaranya dipengaruhi oleh familiar dengan representasi, familiar dengan konsep yang direpresentasikan, umur siswa, cara berpikir, kecerdasan, dan jenis kelamin.

Menggunakan representasi dalam kegiatan pembelajaran harus memperhatikan kemampuan siswa dalam menginterpretasikan representasi tersebut, karena dalam hal ini dipengaruhi kombinasi representasi, perbedaan individual, dan proses dalam memahami suatu representasi.

Ada beberapa alasan pentingnya menggunakan multi representasi Rosengrant *et al* dalam Suminnar (2012: 25-26), yaitu:

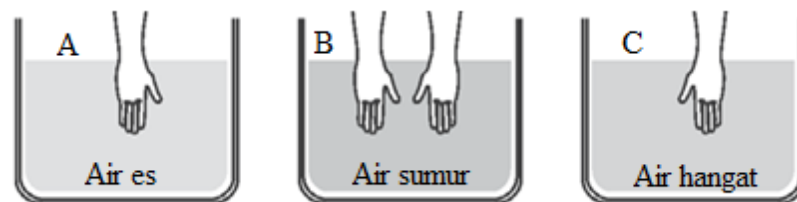
- 1) Multi kecerdasan (*multiple intelligences*)
Menurut teori multi kecerdasan orang memiliki kecerdasan yang berbeda-beda. Oleh karena itu siswa belajar dengan cara yang berbeda-beda sesuai dengan jenis kecerdasannya. Representasi yang berbeda-beda memberikan kesempatan belajar yang optimal bagi setiap jenis kecerdasan.
- 2) Visualisasi bagi otak
Kuantitas dan konsep-konsep yang bersifat fisik seringkali dapat divisualisasikan dan dipahami lebih baik dengan menggunakan representasi konkret.
- 3) Membantu mengkonstruksi representasi tipe lain
Beberapa representasi konkret membantu dalam mengkonstruksi representasi yang lebih abstrak.
- 4) Beberapa representasi bermanfaat bagi penalaran kualitatif
Penalaran kualitatif seringkali terbantu dengan penalaran yang lebih konkret.
- 5) Representasi matematika yang abstrak digunakan untuk penalaran kuantitatif dimana representasi matematika dapat digunakan untuk mencari jawaban kuantitatif terhadap soal.

Dalam pembelajaran dengan multi representasi maka siswa harus mampu menyederhanakan, mengonkritkan, menyebutkan fakta, memberikan contoh, serta membayangkan ide-ide maupun konsep dalam situasi familiar.

G. Suhu dan Kalor

1) Suhu dan Termometer

Derajat panas atau dingin suatu benda disebut dengan suhu. Suhu dapat dirasakan oleh tangan melalui syaraf yang ada pada kulit dan diteruskan ke otak. Namun, kulit tidak dapat dijadikan sebagai alat ukur suhu suatu benda.



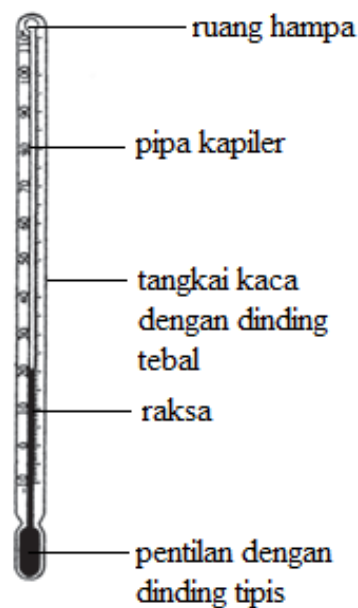
Gambar 2.3 mengukur suhu dengan tangan

Gambar 2.3 di atas merupakan suatu percobaan mengukur suhu air menggunakan tangan. Ketika tangan dimasukkan ke dalam ember tangan akan merasakan hal yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi air di dalam ember. Hal ini menunjukkan bahwa perasaan kita tidak dapat menyatakan suhu suatu benda dengan tepat, juga karena jangkuan perasaan kita terbatas. Oleh karena itu manusia menciptakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan besarnya suhu dapat dilihat dari angka yang ditunjukkan.

Alat yang dapat mengukur suhu suatu benda disebut termometer.

Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat-sifat fisis benda akibat perubahan suhu. Termometer berupa tabung kaca yang di dalamnya berisi zat cair, yaitu raksa atau alkohol. Pada suhu yang lebih tinggi, raksa dalam tabung memuai sehingga menunjuk angka yang lebih tinggi pada skala. Sebaliknya, pada suhu yang lebih rendah raksa dalam tabung menyusut sehingga menunjuk angka yang lebih rendah pada skala. Terdapat empat skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu, skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin.

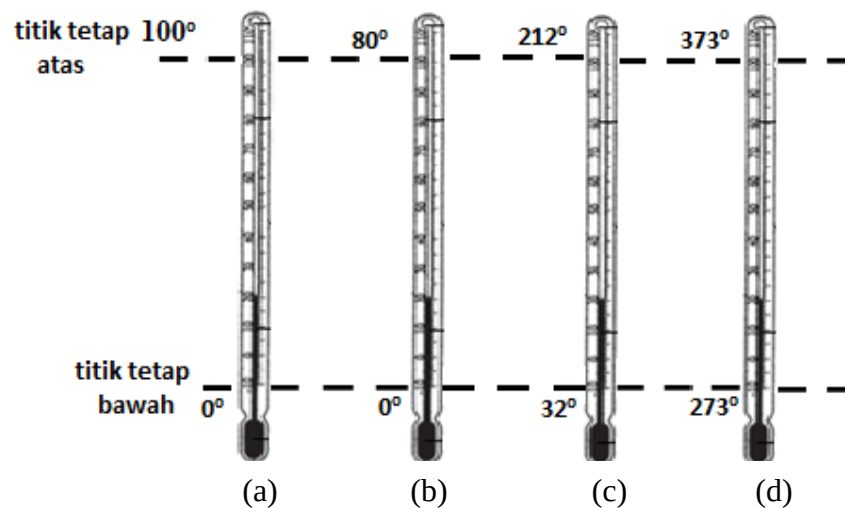
Adapun bagian-bagian dari termometer dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Bagian-bagian termometer raksa

Fungsi bagian-bagian termometer raksa yang tertera pada Gambar 2.4 di atas adalah:

- Pentil dengan dinding tipis berfungsi sebagai penghantar panas untuk mengukur suhu suatu benda.
- Raksa berfungsi sebagai indikator suhu, raksa akan memuai atau menyusut sesuai dengan suhu benda yang diukur.
- Tangkai kaca dengan dinding tebal dengan skala sebagai penunjuk angka besarnya suhu yang terukur.
- Pipa kapiler berfungsi untuk jalannya raksa yang memuai atau menyusut.
- Ruang hampa berfungsi agar tidak ada udara yang mengalami perubahan volume akibat perubahan suhu lingkungan sehingga tidak mempengaruhi ketelitian termometer.



Gambar 2.5 Penetapan skala pada termometer

Berikut penjelasan Gambar 2.5:

- a) Termometer Celcius: Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 100. Diantara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 100 skala.
- b) Termometer Reamur: Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 80. Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi 80 skala.
- c) Termometer Fahrenheit: Titik tetap bawah diberi angka 32 dan titik tetap atas diberi angka 212. Suhu es yang dicampur dengan garam ditetapkan sebagai 0°F . Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 180 skala.
- d) Termometer Kelvin: Kelvin menetapkan suhu es melebur dengan angka 273 dan suhu air mendidih dengan angka 373. Rentang titik tetap bawah dan titik tetap atas termometer Kelvin dibagi 100 skala. Skala Kelvin didasarkan pada suatu zat yang didinginkan terus menerus sampai pada suatu saat molekul-molekul zat itu hampir tidak bergerak. Suhu itu disebut suhu nol mutlak atau suhu nol Kelvin yang nilainya sama dengan -273°C .

Perbandingan skala antara termometer Celcius, termometer Reamur, dan termometer Fahrenheit adalah:

$$\text{C} : \text{R} : \text{F} = 100 : 80 : 180 \rightarrow \text{C} : \text{R} : \text{F} = 5 : 4 : 9$$

Dengan memperhatikan titik tetap bawah $0^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{R} = 32^{\circ}\text{F}$, maka hubungan skala C, R, dan F dapat ditulis sebagai berikut:

$$t^{\circ} \text{C} = \frac{4}{5} t^{\circ} \text{R} \quad (3-1)$$

$$t^{\circ} \text{C} = \frac{5}{9} (t^{\circ} \text{F} - 32) \quad (3-2)$$

$$t^{\circ} \text{R} = \frac{4}{9} (t^{\circ} \text{F} - 32) \quad (3-3)$$

Hubungan skala Celcius dan Kelvin adalah:

$$t \text{ K} = t^{\circ} \text{C} + 273 \text{ K} \quad (3-4)$$

Penyajian materi suhu di awal disajikan gambar percobaan mengukur suhu air di dalam ember dengan menggunakan tangan. Kemudian setelah disajikan gambar dijelaskan secara verbal bahwa tangan tidak dapat mengukur suhu secara tepat. Selanjutnya untuk materi termometer di awal disajikan penjelasan termometer secara verbal, lalu disajikan gambar termometer dengan bagian-bagiannya. Gambar bagian-bagian termometer tersebut dijelaskan secara verbal agar siswa dapat memahami dengan mudah.

2) Pemuaian

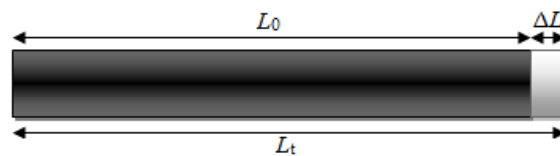
Pemuaian merupakan gerakan atom penyusun benda karena mengalami pemanasan. Makin panas suhu suatu benda, makin cepat getaran antar atom yang menyebar ke segala arah. Karena adanya getaran atom inilah yang menjadikan benda tersebut memuai ke segala arah. Pemuaian dapat dialami oleh zat padat, cair, maupun gas.

Pembahasan pemuaian pada zat meliputi pemuaian panjang, luas, dan volume. Besar pemuaian zat tersebut terkait dengan besar koefisien muainya. Pada zat padat, pemuaian yang terjadi dapat berupa pemuaian

panjang (misal pada kawat logam), luas (misal pada lembaran logam yang sangat tipis) atau volume (misal pada logam berbentuk bangun ruang/tiga dimensi). Pada zat cair, pemuaian yang terjadi hanya berupa pemuaian volume saja karena sifat zat cair tersebut yang selalu mengikuti bentuk ruang yang ditempatinya. Pada gas, seperti halnya zat cair, pemuaian yang terjadi berupa pemuaian volume.

a) Pemuaian Panjang

Perhatikan Gambar 2.6 di bawah.



Gambar 2.6 Proses pemuaian panjang

Berdasarkan Gambar 2.6, kita tinjau sebuah batang yang panjangnya L_0 pada suhu T_0 . Bila suhunya berubah sebesar ΔT , panjang batang itu juga berubah sebesar ΔL . Hasil percobaan menunjukkan bahwa jika ΔT tidak terlalu besar, ΔL berbanding lurus dengan ΔT . Disamping itu, ΔL juga berbanding lurus dengan L_0 . secara matematis,

$\Delta L \propto L_0 \Delta T$, atau

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T, \quad (3-5)$$

keterangan:

ΔL : perubahan panjang (m)

L_0 : panjang mula-mula (m)

α : koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

ΔT : perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Jika sebuah batang pada suhu T_0 panjang nya L_0 , maka pada suhu $T =$

$L_0 + \Delta T$ panjang batang itu menjadi

$$L_1 = L_0 + \Delta L$$

$$L_1 = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_1 = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad (3-6)$$

keterangan:

L_1 : panjang setelah dipanaskan (m^2)

L_0 : panjang mula-mula (m^2)

α : koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

ΔT : perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Koefisien muai panjang setiap benda berbeda-beda. Beberapa daftar koefisien muai panjang beberapa benda dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

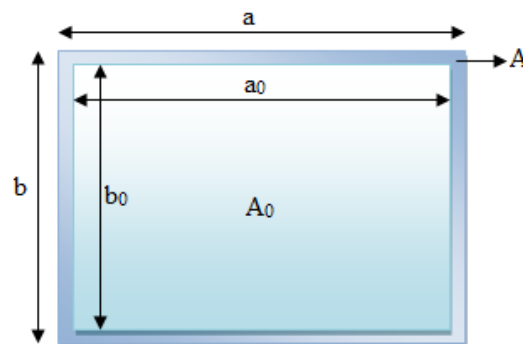
Tabel 2.1 Koefisien Muai Panjang

Bahan	α [K^{-1} atau ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)]
Aluminium	$2,4 \times 10^{-5}$
Kuningan	$2,0 \times 10^{-5}$
Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
Kaca	$(0,4-0,9) \times 10^{-5}$
Invar (paduan besi-nikel)	$0,09 \times 10^{-5}$
Kuarsa (dilebur)	$0,04 \times 10^{-5}$
Baja	$1,2 \times 10^{-5}$

Pada materi pemuaian panjang, di awal pembelajaran disajikan gambar suatu batang logam yang mengalami pemuaian akibat perubahan temperatur. Kemudian dilanjutkan dengan penjelasan secara verbal bagaimana proses pemuaian berlangsung. Selanjutnya dianalisis secara matematika untuk mendapatkan persamaan matematis dari pemuaian panjang tersebut.

b) Pemuaian Luas

Jika zat padat berbentuk plat dipanaskan, pemuaian akan terjadi dalam arah panjang dan lebarnya. Dengan kata lain, plat itu mengalami pemuaian luas. Peristiwa pemuaian luas dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut:



Gambar 2.7 Pemuaian luas

Gambar 2.7 menunjukkan plat berbentuk segi empat siku-siku yang luasnya $A_0 = a_0 b_0$. Jika plat itu dipanaskan sehingga terjadi kenaikan suhu sebesar Δt , sisi a bertambah sebesar Δa dan sisi b bertambah panjang sebesar Δb .

Jadi, setelah kenaikan suhu sebesar ΔT luasnya menjadi

$$A = P \cdot L \quad ; \quad A = P_0 \cdot L_0$$

$$A = P_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$A = P_0 \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t)^2$$

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t + \alpha^2\Delta t^2) \quad ; \quad \text{karena } \alpha^2 \approx 0$$

$$\text{maka: } A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t) \quad ; \quad \text{dimana } 2\alpha = \beta$$

$$A = A_0(1 + \beta\Delta t) \quad (3-7)$$

keterangan:

A = luas plat setelah dipanaskan (m^2)

ΔA : perubahan luas plat setelah dipanaskan (m^2)

A_0 : luas mula-mula (m^2)

β : koefisien muai luas ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt : perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Besaran β disebut koefisien muai luas dengan satuan K^{-1} atau $(^{\circ}\text{C})^{-1}$.

Penyajian materi pemuaian luas di awal diberikan gambar peristiwa pemuaian luas suatu plat berbentuk persegi, kemudian dijelaskan secara singkat dengan bahasa verbal bagaimana proses terjadinya pemuaian plat ketika dipanaskan. Selanjutnya dari proses pemuaian tersebut diberikan analisis matematika untuk memperoleh persamaan matematis dari pemuaian luas sebuah plat tersebut.

c) Pemuaian Volume

Jika volume benda mula-mula V_0 , suhu mula-mula t_0 koefisien muai volume γ , maka setelah dipanaskan volumenya menjadi V , dan suhunya menjadi t sehingga akan berlaku persamaan, sebagai berikut.

$$V = P \cdot L \cdot T \quad ; \quad V_0 = P_0 \cdot L_0 \cdot T_0$$

$$V = P_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot T_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$V = P_0 \cdot L_0 \cdot T_0(1 + \alpha\Delta t)^3$$

$$V = V_0(1 + 3\alpha\Delta t + 3\alpha^2\Delta t^2 + \alpha^3\Delta t^3)$$

karena: $\alpha^2 \approx 0$ dan $\alpha^3 \approx 0$

maka: $V = V_0(1 + 3\alpha\Delta t)$ dimana $3\alpha = \gamma$

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta t) \quad (3-8)$$

keterangan:

V : volume benda setelah dipanaskan (m^3)

V_0 : volume mula-mula (m^3)

γ : koefisien muai volume ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

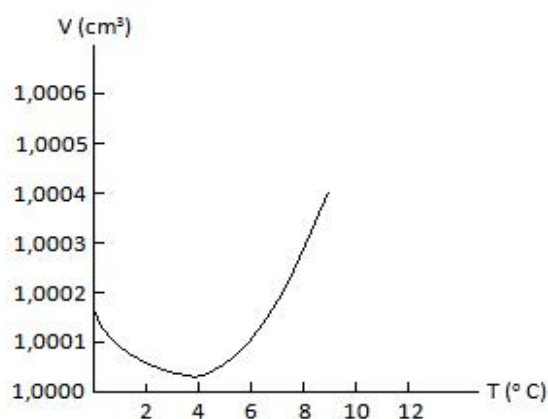
Δt : perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Materi pemuaian volume di awal pembelajaran disajikan penjelasan secara verbal bagaimana proses pemuaian volume terjadi akibat kenaikan temperatur. Selanjutnya diberikan analisis matematika untuk memperoleh persamaan matematis dari pemuaian volume tersebut.

d) Anomali Air

Kebanyakan zat memuai jika dipanaskan, tetapi hal ini tidak berlaku untuk air pada rentang suhu 0°C hingga 4°C . Jika air dipanaskan pada

rentang ini, air tidak memuai tetapi justru menyusut seiring kenaikan suhu. Di atas suhu 4°C , air memuai jika dipanaskan. Perilaku aneh air ini dikenal dengan anomali air. Grafik anomali air dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini:



Gambar 2.8 grafik peristiwa anomali air

Gambar 2.8 menunjukkan volume yang ditempati 1 gram air sebagai fungsi suhu. Nampak bahwa volume air minimum terjadi pada suhu 4°C . Karena massa jenis zat berbanding terbalik dengan volumenya, maka massa jenis air maksimum terjadi pada suhu 4°C . Air juga memuai saat membeku menjadi es. Itulah sebabnya es mengapung pada permukaan air.

Pada materi anomali air, di awal pembelajaran dijelaskan secara verbal peristiwa terjadinya anomali air. Kemudian disajikan grafik anomali air hubungan antara perubahan suhu dengan perubahan volume air.

Selanjutnya diberi penjelasan secara verbal bagaimana hubungan antara perubahan temperatur dengan perubahan volume sehingga terjadinya peristiwa anomali air.

3) Kalor

Kalor merupakan energi yang ditransfer dari satu benda ke yang lainnya karena adanya perbedaan temperatur. Pada dasarnya kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Pada waktu zat mengalami pemanasan, partikel-partikel benda akan bergetar dan menumbuk partikel tetangga yang bersuhu rendah. Hal ini berlangsung terus menerus membentuk energi kinetik rata-rata sama antara benda panas dengan benda yang semula dingin. Pada kondisi seperti ini terjadi keseimbangan termal dan suhu kedua benda akan sama.

Kita dapat mendefinisikan satuan kuantitas kalor berdasarkan perubahan suhu pada suatu bahan. Satu kalori (disingkat 1 kal) didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram air dari $14,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $15,5^{\circ}\text{C}$. Satuan lain yang sering digunakan adalah kilokalori (kcal), dengan $1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ kal}$.

Karena kalor adalah energi yang berpindah, maka harus ada hubungan antara satuan kuantitas kalor dan satuan energi mekanik, misalnya joule.

Hubungan tersebut adalah:

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ J} \approx 4,190 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ kal} = 4.190$$

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ kal} = 1.055 \text{ J}.$$

Pada materi kalor ini hanya dijelaskan secara representasi verbal dan representasi matematika saja, karena memang tidak memerlukan representasi gambar atau grafik.

a) Kalor Jenis

Jumlah kalor Q yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda bermassa m dari T_1 ke T_2 sebanding dengan perubahan suhu, berbanding lurus dengan massa benda m , bergantung pada sifat alami bahan. Dengan demikian, secara matematis dapat dituliskan:

$$Q = mc\Delta T \quad (3-9)$$

keterangan:

Q : kalor yang diserap/dilepas (J)

m : massa benda (kg)

c : kalor jenis benda (J/kg°C)

ΔT : perubahan suhu (°C)

b) Kapasitas Kalor

Air satu panci ketika dimasak hingga mendidih memerlukan kalor tertentu. Kalor yang dibutuhkan 1 panci air agar suhunya naik 1°C disebut kapasitas kalor. Kapasitas kalor sebenarnya energi yang diberikan dalam bentuk kalor untuk menaikkan suhu benda sebesar satu derajat. Kapasitas kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = C\Delta T \quad (3-10)$$

keterangan:

Q : kalor yang diserap/dilepas (J)

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

ΔT : perubahan suhu benda ($^{\circ}C$)

Materi kalor jenis dan kapasitas kalor dijelaskan secara verbal definisi dari kalor jenis dan kapasitas kalor lalu diberikan persamaan matematisnya. Pada bahasan ini hanya disajikan menggunakan representasi verbal dan representasi matematis saja karena memang tidak ada representasi gambar atau grafik yang menunjang penjelasan dari materi ini.

c) Menghitung Kalor

Jika aliran kalor terjadi antara dua benda yang terisolasi dari lingkungannya, maka jumlah panas yang hilang (dilepaskan) dari satu benda harus sama dengan jumlah panas yang diperoleh (diterima) benda lain. Secara matematis:

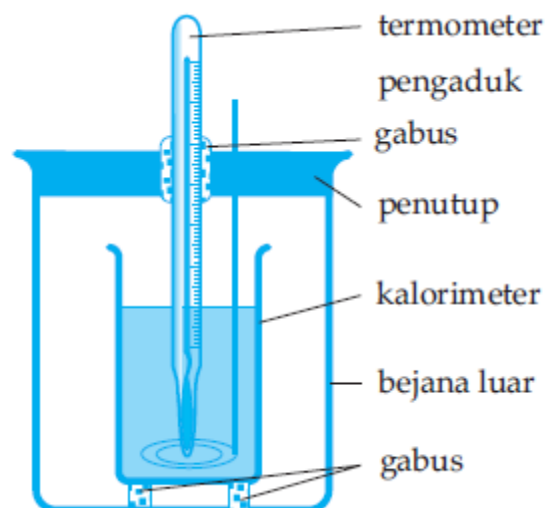
$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}} \quad (3-11)$$

Prinsip yang terkandung pada persamaan di atas merupakan salah satu bentuk hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi sebagaimana dirumuskan dengan persamaan di atas pertama kali dirumuskan oleh Joseph Black (1728-1799), seorang ilmuwan berkebangsaan Inggris. Oleh karena itu, persamaan diatas dikenal dengan *asas Black*.

Pada materi menghitung kalor dijelaskan secara verbal tentang prinsip menghitung kalor lalu disajikan secara matematis. Materi ini tidak disajikan dengan representasi gambar karena materinya sangat sederhana sehingga dengan menggunakan penjelasan secara verbal saja sudah cukup mudah untuk difahami.

d) Kalorimeter

Jika seluruh sistem terisolasi dari lingkungannya, panas yang dilepaskan benda sama dengan panas yang diterima oleh air dan wadahnya. Prosedur ini dinamakan kalorimetri dan wadah yang terisolasi tersebut dinamakan kalorimeter. Prinsip kerja kalorimeter adalah berdasarkan asas Black sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Ada dua macam kalorimeter yaitu kalorimeter aluminium dan kalorimeter listrik. Bagian-bagian dari kalorimeter air sederhana dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini:



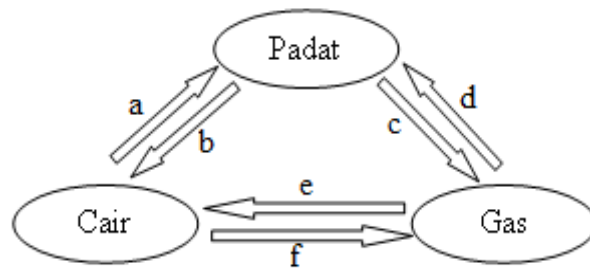
Gambar 2.9 Bagian-bagian kalorimeter air sederhana

Pada materi kalorimeter, di awal pembelajaran diberikan penjelasan secara verbal tentang pengertian kalorimeter dan prinsip kerja kalorimeter tersebut. Kemudian disajikan gambar kalorimeter sederhana dengan bagian-bagiannya. Gambar kalorimeter sederhana disajikan agar siswa lebih faham bagaimana bentuk dan prinsip kerja dari kalorimeter sederhana.

4) Perubahan Wujud

Kita sebut senyawa H_2O dalam wujud padat sebagai es, dalam wujud cair sebagai air, dan dalam wujud gas sebagai uap. Transisi dari satu wujud ke wujud lain disebut perubahan wujud. Untuk tekanan tertentu, perubahan wujud terjadi pada suhu tertentu dan umumnya disertai penyerapan atau pelepasan kalor dan perubahan volume atau massa jenis.

Ada lima macam perubahan wujud zat yaitu mencair (perubahan wujud dari beku/padatan menjadi cair), membeku (perubahan wujud zat dari padat menjadi cair), menyublim (perubahan wujud zat dari padat menjadi gas dan sebaliknya), menguap (perubahan wujud zat dari cair menjadi gas) dan mengembun (perubahan wujud zat dari gas menjadi cair). Dari penjelasan tersebut peristiwa perubahan wujud zat dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini:

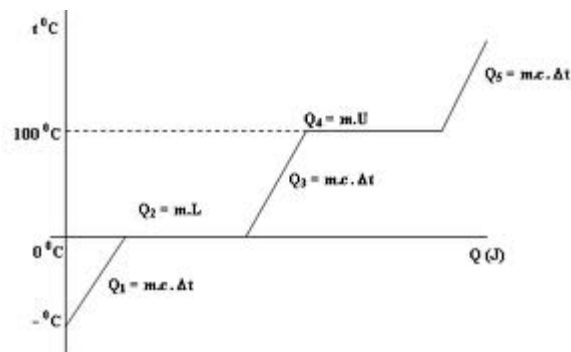


Gambar 2.10 Perubahan wujud zat

Keterangan gambar 2.10:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| a. Membeku (melepas kalor) | d. Menyublim (melepas kalor) |
| b. Mencair (menyerap kalor) | e. Mengembun (melepas kalor) |
| c. Menyublim (menyerap kalor) | f. Menguap (menyerap kalor) |

Selain itu perubahan kalor air berdasarkan hasil eksperimen dapat diamati pada grafik seperti gambar 2.11 di bawah ini:



Gambar 2.11 Grafik perubahan kalor pada es

Kalor yang dibutuhkan per satuan massa untuk mengubah wujud zat padat menjadi zat cair disebut kalor lebur (L_1). Kalor lebur es pada tekanan satu atmosfer adalah

$$L_1 = 3,34 \times 10^5 \text{ J/kg} = 79,7 \text{ kal/g.}$$

Harga kalor lebur bahan berbeda-beda bergantung pada besar tekanan udara. Secara umum, untuk meleburkan bahan bermassa m yang memiliki kalor lebur L_1 dibutuhkan kalor Q sebesar

$$Q = m L_1 \quad (3-12)$$

Proses ini bersifat reversibel, artinya dapat bolak-balik. Kalor yang diperlukan untuk melebur (mencairkan) bahan bermassa m sama besarnya dengan kalor yang dilepaskan untuk membekukan bahan bermassa m tersebut. Kalor kita anggap bernilai positif jika diterima dan kita anggap negatif jika dilepaskan. Oleh karena itu, kita menuliskan.

$$Q = \pm mL \quad (3-13)$$

keterangan:

Q : kalor yang diperlukan (J)

m : massa benda (kg)

L_1 : kalor lebur (J/kg)

Kalor yang dibutuhkan per satuan massa yang berkaitan dengan peristiwa pendidihan tau penguapan disebut kalor uap dengan simbol L_u . Pada tekanan 1 atm, kalor penguapan air adalah

$$L_u = 2,256 \times 10^6 \text{ J/kg} = 538 \text{ kal/g.}$$

Artinya, untuk mengubah 1 kg air pada suhu 100°C dibutuhkan kalor sebanyak $2,256 \times 10^6 \text{ J}$.

Kalor yang diperlukan untuk menguapkan sejumlah zat yang massanya m dan kalor uapnya L_u , dapat dinyatakan sebagai berikut

$$Q = mL_u \quad (3-14)$$

keterangan:

Q : kalor yang diperlukan (J)

m : massa benda (kg)

L_u : kalor uap (J/kg)

Pada materi perubahan wujud zat, di awal pembelajaran dijelaskan secara verbal tentang pengertian perubahan wujud zat dan macam-macam perubahan wujud zat. Kemudian disajikan gambar tentang perubahan wujud zat dari satu bentuk ke bentuk lain. Selanjutnya disajikan grafik hasil percobaan perubahan wujud dan kalor suatu es, lalu diberikan penjelasan secara verbal tentang grafik tersebut dan diberikan persamaan matematisnya.

5) Perpindahan Kalor

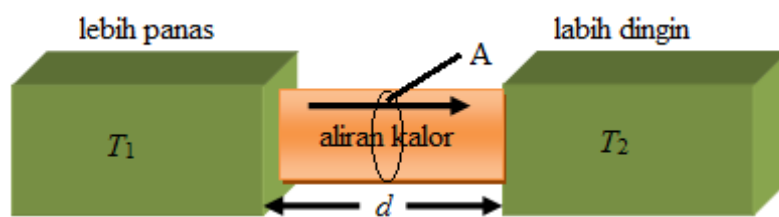
Ada tiga mekanisme perpindahan kalor, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

a) Konduksi

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya disebut konduksi. Konduksi kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat dan lebih cepat. Sementara bertumbukan dengan tetangga mereka yang bergerak lebih lambat, mereka mentransfer sebagian dari energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah.

Konduksi kalor hanya terjadi apabila ada perbedaan temperatur.

Berdasarkan percobaan ditemukan bahwa kecepatan aliran kalor melalui benda sebanding dengan perbedaan temperatur antara ujung-ujungnya. Kecepatan aliran kalor juga bergantung pada ukuran dan bentuk benda, dan untuk menyelidiki hal ini mari kita lihat aliran kalor melalui benda sebagai mana ditunjukkan gambar 2.12 sebagai berikut:



Gambar 2.12 konduksi kalor antara daerah dengan temperatur T_1 dan T_2 . Jika T_1 lebih besar dari T_2 , kalor mengalir ke kanan.

Besarnya aliran kalor secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{kxtxA(T_1-T_2)}{d} \text{ atau } \frac{Q}{t} = \frac{kxA(T_1-T_2)}{d} \quad (3-14)$$

Jika $\frac{Q}{t}$ merupakan kelajuan hantaran kalor (banyaknya kalor yang mengalir per satuan waktu) dan $\Delta T = T_2 - T_1$, maka persamaan di atas menjadi seperti berikut:

$$H = k \times A \times \frac{\Delta T}{d} \quad (3-15)$$

keterangan:

Q : banyak kalor yang mengalir (J)

A : luas permukaan (m^2)

ΔT : perbedaan suhu dua permukaan (K)

d : tebal lapisan (m)

k : konduktivitas termal daya hantar panas (J/ms K)

t : lamanya kalor mengalir

H : kelajuan hantaran kalor (J/s)

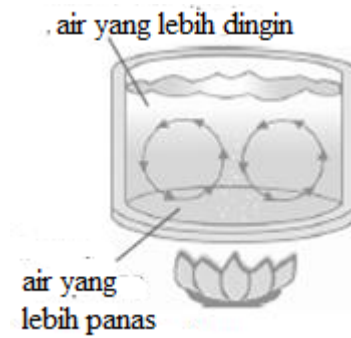
Pada materi perpindahan kalor secara konduksi, di awal pembelajaran diberikan penjelasan secara verbal mengenai bagaimana terjadinya peristiwa perpindahan kalor secara konduksi. Kemudian disajikan gambar hasil percobaan mengenai peristiwa konduksi kalor.

Berdasarkan gambar tersebut diberikan penjelasan secara verbal untuk memperoleh persamaan matematisnya.

b) Konveksi

Konveksi adalah proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat lain. Sementara konduksi melibatkan molekul yang hanya bergerak dalam jarak yang kecil dan bertumbukan, konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar. Perpindahan kalor secara konveksi dapat terjadi pada zat cair dan gas.

Contoh peristiwa konveksi adalah seperti dapat dilihat pada gambar 2.13 sebagai berikut:



Gambar 2.13 Arus konveksi pada sepanci air yang dipanaskan di atas kompor

Ketika sepanci air dipanaskan, arus konveksi terjadi sementara air yang dipanaskan di bagian bawah panci naik karena massa jenis atau kerapatannya berkurang dan digantikan oleh air yang lebih dingin di atasnya. Hal ini menyebabkan air berputar pada sistem.

Adapun secara empiris laju perpindahan kalor secara konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T \quad (3-16)$$

keterangan:

H : laju perpindahan kalor (W)

A : luas permukaan benda (m^2)

ΔT : $t_2 - t_1$ = perbedaan suhu (K atau $^{\circ}C$)

h : koefisien konveksi ($Wm^{-2}K^{-4}$)

Pada materi perpindahan kalor secara konveksi, di awal pembelajaran diberikan penjelasan secara verbal tentang pengertian konveksi.

Kemudian disajikan gambar salah satu peristiwa konveksi dalam

kehidupan sehari-hari. Berdasarkan gambar tersebut diberikan penjelasan secara verbal lalu diberikan persamaan matematisnya.

c) Radiasi

Perpindahan kalor yang tidak memerlukan perantara (medium) disebut radiasi. Setiap benda mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Emisivitas adalah besaran yang menunjukkan besarnya pancaran radiasi kalor suatu benda dibandingkan dengan besar pancaran radiasi benda hitam sempurna. Jadi emisivitas tidak mempunyai satuan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (3-17)$$

keterangan:

H : laju radiasi (W)

A : luas penampang benda (m^2)

T : suhu mutlak (K)

e : emisivitas bahan

σ : tetapan Stefan-Boltzman ($5,6705119 \times 10^{-8} \text{ W/mK}^4$)

Pada materi perpindahan kalor secara radiasi hanya diberikan penjelasan secara verbal dan kemudian diberikan persamaan matematisnya.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah ditelaah di atas, maka modul yang diproduksi menyajikan materi suhu dan kalor dalam beberapa representasi yaitu representasi verbal, gambar, grafik dan matematika.