

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembelajaran

Menurut Degeng dalam Uno (2008: 134), “pembelajaran adalah upaya untuk membelajarkan siswa.” Berdasarkan pengertian ini, Uno menambahkan,

dalam pembelajaran terdapat kegiatan memilih, menetapkan, dan mengembangkan metode untuk mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan. Pemilihan, penetapan, dan pengembangan metode ini didasarkan pada kondisi pembelajaran yang ada.

Pembelajaran merupakan persoalan guru. Pembelajaran menjadi efektif, efisien, dan menarik bergantung dari kemampuan guru menerapkan metode pembelajaran kepada siswa. Suatu materi pelajaran yang disampaikan guru bisa saja menarik bagi siswa tetapi belum tentu efektif dan efisien. Pembelajaran yang diberikan di kelas terikat pada rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang disusun oleh guru. Di dalam RPP terdapat standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), dan indikator, sehingga dapat ditentukan metode dan media pembelajaran serta alokasi waktu yang dibutuhkan. Selain itu, pembelajaran merupakan suatu proses mencapai tujuan belajar. Suatu proses dimaksud, bagi siswa, adalah proses mengalami pengetahuan. Siswa memahami suatu materi pelajaran dengan berbagai metode belajar sehingga dimungkinkan mempermasalahkan pengetahuan yang sedang dialaminya.

Metode pembelajaran ditetapkan guru berdasarkan isi materi pelajaran dengan tujuan meningkatkan minat belajar siswa. Setiap materi pelajaran memiliki tingkat kesulitan yang berbeda-beda untuk disampaikan guru. Jika materi pelajaran itu disampaikan dengan metode yang tidak sesuai pembelajaran menjadi tidak efektif, efisien, dan menarik, maka metode pembelajaran berpengaruh dalam membuat siswa belajar.

Siswa mengetahui tepat dan tidak tepat suatu pengetahuan dikomunikasikan bergantung dari metode pembelajaran. Kemampuan berpikir siswa akan terlihat dari kemampuan siswa mengkomunikasikan pengetahuannya; yang dalam keadaan demikian dapat memperlihatkan perubahan sikap siswa terhadap suatu konsep ilmu. Anggapan bahwa siswa itu mampu bekerjasama, berinteraksi, bersolusi, atau berpendapat dalam kelompok belajar adalah indikator terbangunnya pemahaman siswa. Suatu metode pembelajaran, pada akhirnya, membutuhkan instrumen untuk mengetahui seberapa besar tujuan belajar tercapai. Jadi pembelajaran menjadi persoalan guru sedangkan belajar menjadi persoalan siswa. Peran guru dalam membantu siswa belajar adalah menetapkan suatu metode pembelajaran, menyusun langkah-langkah pembentukan pengetahuan berdasarkan metode yang telah ditetapkan, dan menuntut hasil belajar siswa. Sedangkan yang harus dilakukan siswa adalah mengembangkan pengetahuannya. Proses inilah yang dimaksudkan sebagai upaya membelajarkan siswa; suatu proses bermaknaan belajar.

Menurut Reigeluth dalam Dwiwiyogo (1999: 13) “ada 3 variabel pembelajaran, yaitu: (1) kondisi pembelajaran, (2) metode pembelajaran, dan (3) hasil pembelajaran.”. Memahami 3 variabel tersebut Dwiwiyogo (1999: 14) menjelaskan,

kondisi pembelajaran adalah faktor-faktor yang mempengaruhi metode dalam meningkatkan hasil pembelajaran. Metode pembelajaran adalah cara-cara yang dapat digunakan dalam kondisi tertentu untuk mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan. Metode pembelajaran diacukan sebagai penataan cara-cara, sehingga terwujud suatu urutan langkah prosedural yang dapat dipakai untuk mencapai hasil yang diinginkan. Hasil pembelajaran adalah semua pengaruh yang muncul dari penggunaan metode tertentu di bawah kondisi tertentu pula.

Suatu pembelajaran berjalan dengan baik jika guru mampu mengidentifikasi kondisi pembelajaran, menentukan metode pembelajaran, dan mengevaluasi hasil pembelajaran. Kemampuan guru mengidentifikasi kondisi pembelajaran bergantung pula dari kemampuan guru mengelompokkan kondisi pembelajaran yang menurut Reigeluth dalam Dwiwiyogo (1999:14) terdiri dari: “(1) tujuan dan karakteristik bidang studi, (2) kendala dan karakteristik bidang studi, dan (3) karakteristik siswa.”. Dwiwiyogo (1999: 15) menjelaskan,

tujuan pembelajaran merupakan pernyataan tentang hasil pembelajaran apa yang diharapkan. Karakteristik bidang studi merupakan aspek-aspek suatu bidang studi yang dapat memberikan landasan yang berguna sekali dalam mempreskripsikan strategi pembelajaran. Karakteristik siswa merupakan aspek-aspek atau kualitas perorangan siswa, seperti bakat, motivasi, dan hasil belajar yang telah dimilikinya.

Selain itu, menurut Reigeluth dalam Dwiwiyogo (1999: 15) metode pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu: “(1) strategi pengorganisasian isi pembelajaran, (2) strategi isi pembelajaran, dan (3) strategi pengelolaan pembelajaran.”.

Dwiyogo (1999: 15) menambahkan,

strategi pengorganisasian isi pembelajaran adalah cara untuk mengorganisasikan isi bidang studi yang telah dipilih untuk pembelajaran. Mengorganisasikan isi mengacu pada suatu tindakan seperti pemilihan isi, penataan isi, pembuatan diagram, format, dan lainnya yang setingkat dengan itu. Strategi isi pembelajaran dapat dibedakan menjadi strategi mikro dan strategi makro. Strategi mikro mengacu kepada metode untuk mengorganisasi isi pembelajaran yang berkisar pada satu konsep atau prosedur atau prinsip. Sedangkan strategi makro mengacu kepada metode untuk mengorganisasi isi pembelajaran yang melibatkan lebih dari satu konsep atau prosedur atau prinsip.

Upaya untuk memberikan pengalaman kepada siswa memahami satu atau lebih konsep atau prosedur atau prinsip sehingga siswa mampu menuliskan suatu hukum atau teori berhasil jika jelas bagaimana mengevaluasi hasil pembelajaran.

Menurut Reigeluth dalam Dwiyogo (1999:15) “hasil pembelajaran diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: (1) keefektifan, (2) efisiensi, dan (3) daya tarik.”

Untuk memahami 3 klasifikasi tersebut Dwiyogo berupaya merinci sebagai berikut,

keefektifan pembelajaran biasanya diukur dengan tingkat pencapaian hasil belajar siswa. Ada 4 aspek yang dapat dipakai untuk mempreskripsikan keefektifan pembelajaran yaitu: (1) kecermatan penguasaan perilaku yang dipelajari atau juga sering disebut “tingkat kesalahan”, (2) kecepatan untuk kerja, (3) tingkat alih belajar, dan (4) tingkat retensi (penyimpangan) dari apa yang telah dipelajari. Efisiensi pembelajaran biasanya diukur dengan rasio antara keefektifan siswa dan atau (dengan) jumlah biaya pembelajaran yang digunakan. Daya tarik pembelajaran biasanya diukur dengan mengamati kecenderungan siswa untuk tetap atau terus belajar. Daya tarik pembelajaran erat sekali kaitannya dengan daya tarik bidang studi, di mana kualitas pembelajaran biasanya akan mempengaruhi keduanya. Itulah sebabnya pengukuran kecenderungan siswa untuk terus belajar atau tidak belajar dapat dikaitkan dengan proses pembelajaran itu sendiri atau dengan bidang studi.

Secara teknis keefektifan pembelajaran dapat diperoleh dari instrumen keaktifan, penilaian hasil eksperimen, dan tes siswa. Secara teknis efisiensi pembelajaran dapat dideskripsikan melalui suatu pernyataan ideal, yaitu: jika semakin sedikit biaya yang digunakan dalam pembelajaran maka semakin baik hasil pembelajaran

B. Kebermaknaan Belajar

Menurut Uno (2008: 52),

tujuan utama pembelajar adalah mengelola aktivitas stimulus, respon, dan penguatan sebagai satu kesatuan kerja untuk memvariasikan dan mengoptimalkan terjadinya tindak belajar (*learning actions*). Akan tetapi, dalam praktik tugas ini sering ditafsirkan sebagai pemberian pengetahuan teoritis deskriptif sebanyak-banyaknya sehingga dalam banyak kejadian di kelas terkesan nyaris tanpa makna karena tidak dapat diikuti dengan tindak belajar yang semestinya.

Pembelajaran adalah upaya kebermaknaan belajar. Memahami pengertian demikian, pembelajaran adalah aktifitas yang bergantung tujuan belajar.

Pengetahuan yang tak terbatas menyebabkan tujuan-tujuan belajar disederhanakan pada konsep ilmu tertentu. Kebermaknaan sendiri tidak terlepas dari interaksi.

Interaksi, bagi siswa, dipahami sebagai kebermaknaan terhadap berbagai sumber belajar. Oleh sebab itu kebermaknaan belajar dibatasi pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai standar kompetensi (SK).

Menurut Uno (2008:53),

Belajar merupakan proses internal yang tidak dapat diamati secara langsung. Perubahan perilaku seseorang yang tampak sesungguhnya hanyalah refleksi dari perubahan internalisasi persepsi dirinya terhadap sesuatu yang sedang diamati dan dipikirkannya. Sedangkan fungsi stimulus yang datang dari luar direspon sebagai aktivator kerja memori otak untuk membentuk dan mengembangkan struktur kognitif melalui

proses asimilasi dan akomodasi yang terus-menerus diperbaharui, sehingga akan selalu saja ada sesuatu yang baru dalam memori dari setiap akhir kegiatan belajar.

Menurut aliran kognitif tersebut, belajar merupakan kegiatan siswa untuk mendapatkan pengetahuan. Siswa pada tahap selanjutnya memaknai sendiri belajar melalui pengalaman dan eksperimen untuk menemukan pengetahuan dan kemampuan baru yang khas baginya. Sejalan dengan keadaan demikian, Ausubel dalam Uno (2008:12) berpendapat:

Siswa akan belajar dengan baik jika apa yang disebut “pengatur kemajuan” (*Advance Organizers*) didefinisikan dan dipresentasikan dengan baik dan tepat kepada siswa. ... “*advance organizers*” dapat memberikan tiga manfaat, yakni

- 1) dapat menyediakan suatu kerangka konseptual untuk materi belajar yang akan dipelajari oleh siswa;
- 2) dapat berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan antara apa yang sedang dipelajari siswa “saat ini” dengan apa yang “akan” dipelajari siswa; sedemikian rupa sehingga
- 3) mampu membantu siswa untuk memahami bahan belajar secara lebih mudah.

Upaya guru untuk membantu siswa belajar dengan baik dapat dilakukan dengan menyampaikan secara umum manfaat dari materi belajar itu, tahapan-tahapan apa saja yang sebaiknya ditempuh siswa dalam memahami materi belajar, misalnya sebelum mempelajari materi termodinamika guru menginformasikan bekal awal materi yang harus dikuasai yaitu konsep suhu dan kalor. Selain itu, informasi perlu berisikan imbalan dan hukuman jika bekal awal tersebut tidak dikuasai dengan cara guru menginformasikan sebelum mempelajari materi termodinamika menggunakan metode eksperimen dilakukan tes awal terlebih dahulu.

Uno (2008:12) menambahkan,

pengetahuan guru terhadap isi mata pelajaran harus sangat baik. Hanya dengan demikian seorang guru akan mampu menemukan informasi, yang menurut Ausubel “sangat abstrak, umum, dan inklusif”, yang mawadahi apa yang akan diajarkan. Selain itu, logika berpikir guru juga dituntut sebaik mungkin. Tanpa memiliki logika berpikir yang baik, maka guru akan kesulitan memilah-milah materi pelajaran, merumuskannya dalam rumusan yang singkat dan padat, serta mengurutkan materi demi materi ke dalam struktur urutan yang logis dan mudah dipahami.

Belajar, pada akhirnya, bergantung dari kondisi dua pihak. Kondisi ini menyangkut kesiapan siswa dalam menerima berbagai sumber belajar dan kesiapan sumber belajar (guru dan berbagai sumber belajar lainnya) dalam mengkonstruksikan pengetahuan siswa. Memahami kondisi ini, Bruner dalam Uno (2008: 12), mengusulkan:

proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberi kesempatan kepada siswa untuk menemukan suatu aturan (termasuk konsep, teori, definisi, dan sebagainya) melalui contoh-contoh yang menggambarkan (mewakili) aturan yang menjadi sumbernya.

Memahami usulan Bruner tersebut teori pembelajaran pada dasarnya mempersoalkan bagaimana membelajarkan suatu konsep ilmu, sedangkan teori belajar mempersoalkan siapa si belajar (siswa). Uno (2008:13) memisalkan perbedaan teori pembelajaran dan teori belajar sebagai berikut:

teori belajar memprediksikan berapa usia maksimum seorang anak untuk belajar penjumlahan, sedangkan teori pembelajaran menguraikan bagaimana cara-cara mengajarkan (membelajarkan) penjumlahan.

Meskipun demikian, perbedaan teori pembelajaran dan teori belajar, lebih bersifat pada ruang lingkup objek penelitian (siswa). Perbedaan teori pembelajaran dan

teori belajar seperti yang telah dimisalkan pada tahap selanjutnya menunjukkan hubungan yang baik dalam menggunakan metode eksperimen. Di dalam metode eksperimen guru hanya mempersoalkan bagaimana siswa mempelajari materi belajar (berpusat pada materi belajar) dan tidak mempersoalkan apa, siapa, kapan, dimana, dan bagaimana siswa (berpusat pada siswa).

Bruner dalam Uno (2008:13) mengemukakan “perlu adanya teori pembelajaran yang akan menjelaskan asas-asas untuk merancang pembelajaran yang efektif di kelas.” Uno (2008:50) lebih lanjut memberikan tiga alternatif pendekatan pembelajaran ditinjau dari sudut pandang psikologi, yaitu; 1. Pendekatan perilaku (*behavioral approach*), 2. Pendekatan Kognitif (*cognitive approach*), 3. Pendekatan Terapan (*applied approach*). Landasan ketiga pendekatan tersebut dirangkum sebagai berikut:

1. Pendekatan Perilaku (*Behavioral Approach*)

Pendekatan perilaku (*behavioral approach*) dilandaskan pada:

- a. Mempersyaratkan perubahan perilaku yang teramati dan dapat diukur.
- b. Stimulus merupakan penyebab pokok terbentuknya respon-respon dalam belajar. Stimulus yang dimaksud dinamakan *operant conditioning* yang dibentuk melalui perubahan materi bahasan sedemikian rupa sehingga dapat merangsang pembelajar mengembangkan perilaku seperti yang dikehendaki dalam tujuan belajar. Sebagai pengembangan dan konsepsi *classical conditioning* yang mengabaikan jarak antara *stimulus* (S) dan *respons* (R), *operant conditioning* sesungguhnya merupakan sinyal-sinyal penggerak pikiran dan dipandang sebagai mediator dari apa yang diinginkan pemberi stimulus

dengan harapan penerima mengembangkan reaksi pikiran dan tindakan-tindakan tertentu.

- c. Bentuk pembelajaran yang sengaja dirancang untuk memberikan kemudahan siswa belajar. Bahan-bahan belajar hendaknya berisikan seperangkat langkah-langkah pendek atau *frames* yang setiap langkahnya memerlukan aktivitas respon dari guru dan setiap respon harus disisipkan balikan segeranya untuk mengetahui keakuratan respon yang ada.
- d. Berorientasi pada pengoptimalan kemampuan individu.

Berdasarkan landasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan perilaku tepat diterapkan dalam membelajarkan siswa menggunakan metode tugas terstruktur (siswa belajar menggunakan media LKS) dan metode eksperimen secara individu maupun kelompok.

2. Pendekatan Kognitif (*Cognitive Approach*)

Pendekatan kognitif (*cognitive approach*) dilandaskan pada:

- a. Memproposisikan bahwa keseluruhan bukanlah penjumlahan dari bagian-bagiannya. Artinya, setiap kejadian hanya dapat dipahami setelah diilhami lebih dahulu pola strukturnya, baru kemudian pada susunan unsur-unsur dan komponen-komponennya serta interelasi antar komponen dari unsur itu sehingga terbentuk gambaran mental sebagai satu kesatuan persepsi yang disebut dengan *insight*
- b. Stimulus yang datang dari luar direspon sebagai aktivator kerja memori otak untuk membentuk dan mengembangkan struktur kognitif melalui proses asimilasi dan akomodasi yang terus-menerus diperbaharui, sehingga akan

selalu saja ada sesuatu yang baru dalam memori dari setiap akhir kegiatan belajar.

- c. Makin tingginya penghargaan terhadap eksistensi kapasitas dari pembelajaran sebagai label penentu jenis struktur bahan belajar dan tingkat kesulitan tugas-tugas belajar yang dituntutkan kepada mereka. Artinya, siapa yang belajar dan kemampuan atau pengetahuan apa yang hendak dikuasai merupakan pertimbangan pertama. Setelah itu bagaimana catatan membelajarkan dan pada tingkat kesulitan mana kemampuan ini dituntutkan diformulasikan ke dalam program-program pembelajarannya.
- d. Berorientasi pada proses belajar dari pada hasil belajar.

Berdasarkan landasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan pembelajaran kognitif tepat diterapkan dalam membelajarkan siswa menggunakan metode tugas terstruktur, metode eksperimen, dan metode diskusi.

3. Pendekatan Terapan (*Applied Approach*)

Pendekatan terapan (*applied approach*) dilandaskan pada:

- a. Belajar sebagai upaya untuk mendapatkan pengetahuan melalui empat tahapan kegiatan yang saling berkaitan, yaitu orientasi, latihan, umpan balik, dan fase lanjutan. Sehubungan dengan adanya fase belajar tersebut, maka dengan sendirinya ada empat fungsi pembelajaran yang harus dilaksanakan sesuai dengan tahapan belajar itu.
- b. Fungsi-fungsi pembelajaran tersebut adalah (1) memberikan orientasi tentang materi, (2) memberikan kesempatan untuk berlatih dan menerapkan materi yang dibahas pada tahapan orientasi, kemudian diikuti dengan,

(3) memberikan pengertian tentang hasil belajar yang telah dicapai dalam proses belajar yang telah dilakukan, dan (4) memberikan kesempatan melanjutkan latihan.

- c. Berorientasi pada inovasi mengkomunikasikan suatu konsep ilmu.
- d. Berorientasi pada proses belajar.

Berdasarkan landasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan pembelajaran kognitif tepat diterapkan dalam membelajarkan siswa menggunakan metode tugas terstruktur, metode eksperimen, metode diskusi, dan metode tugas proyek.

Metode eksperimen, dalam tiga pendekatan ini, menjelaskan bagaimana kemampuan siswa menggunakan alat dan menarik kesimpulan dari suatu data, menggambarkan perubahan-perubahan perilaku siswa dari belum tahu menjadi tahu, dari belum paham menjadi paham, dari belum mampu menggunakan alat menjadi mampu menggunakan alat, bahkan belum mampu mengoreksi data yang diperoleh dari siswa lain menjadi mampu mengoreksi. Kesemua kata kerja operasional yang mungkin masuk dalam pembelajaran berdasarkan tujuan tersebut (yang pada dasarnya merupakan bagian dari penelitian tindakan kelas) dalam penelitian pengembangan menjadi tolak ukur menarik atau tidak menariknya suatu metode pembelajaran. Mengingat bahwa ketertarikan utama siswa dalam pembelajaran metode eksperimen adalah alat praktikum bukan lagi verbal guru maka *operant conditioning* menjadi begitu berperan dalam memunculkan kembali ingatan siswa pada verbal guru yang sebelumnya samar-samar didengar sehingga

yang dimaksud dengan *respons* menjadi muncul. Dengan demikian, keberhasilan media adalah keberhasilan stimulus.

C. Metode Eksperimen

Menurut Djamarah dan Zain dalam Ismanto (2008:13), “metode adalah suatu cara yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Menurut Hoetomo (2005: 340) metode adalah cara yang telah diatur dan terpikir baik-baik untuk mencapai sesuatu maksud dalam ilmu pengetahuan dan sebagainya; cara belajar dan sebagainya.” Metode menurut kedua pengertian tersebut didasarkan pada siapa dan bagaimana tujuan yang ingin dicapai. Sejalan dengan pemahaman ini, kebermaknaan belajar, dapat terealisasikan bergantung dari metode. Selanjutnya, Djamarah dan Zain dalam Ismanto (2008:13) menjelaskan,

metode eksperimen adalah cara penyajian pembelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Dalam pembelajaran dengan metode percobaan ini siswa diberi kesempatan untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri mengenai objek, keadaan atau proses sesuatu. Dengan demikian siswa dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran, atau mencoba mencari suatu hukum atau dalil, dan menarik kesimpulan atau proses yang dialaminya itu.

Menurut Roestiyah dalam Ismanto (2008:14):

metode eksperimen adalah salah satu cara membelajarkan, dimana siswa melakukan suatu percobaan tentang sesuatu hal; mengamati prosesnya serta menuliskan hasil percobaannya, kemudian hasil pengamatan itu disampaikan ke kelas dan dievaluasi oleh guru.

Ismanto (2008:14) menambahkan,

dengan metode eksperimen siswa dapat melakukan suatu percobaan, melakukan pengamatan, melakukan analisis sehingga siswa benar-benar mengetahui fenomena-fenomena yang terjadi yang kemudian siswa mampu menyimpulkan dari hasil percobaan yang dilakukan. Dengan demikian, siswa tidak menerima langsung konsep dari guru, melainkan siswa membuktikan sendiri konsep yang dipelajari.

Keterlibatan siswa dalam mengalami pengetahuan akan mempengaruhi kemampuan siswa mengkomunikasikan pengetahuannya. Mengalami sendiri pengetahuan, bagi siswa, merupakan faktor penting dalam pembelajaran. Siswa yang tidak mengalami sendiri pengetahuan (hanya sebatas mendengar dari orang lain, membaca buku, dan lain-lain) menyulitkan siswa memahami dan menghayati konsep ilmu. Sejalan dengan pemahaman demikian, metode eksperimen (dalam pembelajaran), merupakan satu cara mendekati siswa pada konsep ilmu tertentu sehingga konsep ilmu itu dapat dihayati dan dikembangkan.

D. Media

Menurut Sadiman dkk (2007:7),

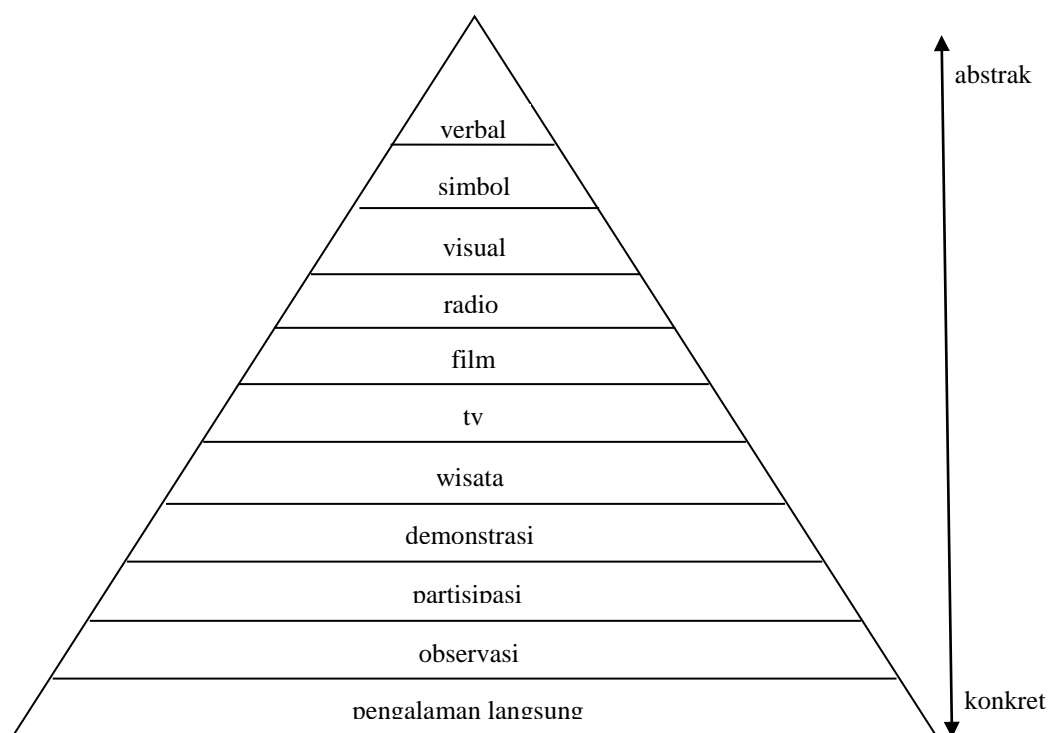
media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

Memahami pengertian tersebut, sebagai penyalur pesan, media pembelajaran diperlukan bergantung tujuan belajar. Tujuan belajar ini secara tersirat dapat disamaartikan dengan pesan yang disampaikan pengirim melalui media. Dengan demikian, keberhasilan media, bergantung dari kesamaan pesan yang dikirim guru

dan diterima oleh siswa. Hal inilah yang menyebabkan berbagai macam media memiliki kelebihan dan kekurangan bergantung sudut pandang ukurnya.

Media dibuat bertujuan untuk memudahkan siswa menerima pesan sedemikian rupa sehingga memudahkan siswa dalam menghayati suatu konsep ilmu. Berdasarkan tingkat abstraksi media, siswa dapat dengan mudah menerima pesan jika siswa mengalami sendiri suatu pesan dimaksud, dan sulit menerima dan menghayati pesan jika siswa hanya secara verbal menerima pesan (lihat gambar 2.1).

Perbedaan berbagai macam media dimaksud lebih kepada bagaimana penerimaan siswa terhadap stimulus yang diberikan kepadanya. Dengan demikian, sebaik apapun media bergantung dari penggunaan dan pengelolaan media. Mengetahui alasan tersebut, Miarso dalam Sadiman (2007: 91-92) mengembangkan bentuk *matriks* pemilihan media didasarkan pada kesesuaian media dengan tingkat kesulitan pengendalian oleh pemakai dan tujuan belajar (lihat tabel 2.1 dan 2.2).



Gambar 2.1. Kerucut Pengalaman E. Dale (Sadiman, 2007:8)

Tabel 2.1. Pemilihan Media Menurut Kontrol Pemakaian

Kontrol Media	Portabel	Untuk di rumah	Siap setiap saat	Terken- dali	Mandiri	Umpan Balik
Televisi	Tidak	ya	tidak	tidak	ya	tidak
Radio	ya	ya	tidak	tidak	ya	tidak
Film	ya	ya	ya	sulit	sulit	tidak
Video kaset	tidak	sulit	ya	ya	ya	tidak
Slide	ya	ya	ya	ya	ya	tidak
Film strip	ya	ya	ya	ya	ya	tidak
Audio kaset	ya	ya	ya	ya	ya	tidak
Piringan hitam	tidak	?	ya	ya	sulit	tidak
Buku	ya	ya	ya	ya	ya	tidak
Buku terprogram	ya	ya	ya	ya	ya	ya
Komputer	tidak	tidak	ya	ya	sulit	ya
Permainan	ya	ya	ya	ya	tidak	ya

Tabel 2.2. Pemilihan Media Menurut Tujuan Belajar

Tujuan Belajar \ Media	Info Faktual	Pengenalan visual	Prinsip konsep	Prosedur	Keterampilan	Sikap
Visual diam	Sedang	tinggi	sedang	sedang	rendah	rendah
Film	sedang	tinggi	tinggi	tinggi	sedang	sedang
Televisi	sedang	sedang	tinggi	sedang	sedang	sedang
Objek 3-D	rendah	tinggi	rendah	rendah	rendah	rendah
Rekaman Audio	sedang	rendah	rendah	sedang	rendah	sedang

Selain itu, Sadiman dkk (2007:91), “prosedur pemilihan media ada yang dituangkan dalam bentuk *checklist*.”. Lebih lanjut, Anderson dalam Sadiman dkk (2007:95) mengelompokkan media instruksional dari berbagai jenis media.

Pengelompokan media dimaksud dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Daftar Kelompok Media Instruksional

Kelompok Media	Media Instruksional
I. Audio	<ul style="list-style-type: none"> - pita audio (rol atau kaset) - piringan audio - radio (rekaman siaran)
II. Cetak	<ul style="list-style-type: none"> - buku teks terprogram - buku pegangan/manual - buku tugas
III. Audio-cetak	<ul style="list-style-type: none"> - buku latihan dilengkapi kaset atau pita audio - pita, gambar bahan (dilengkapi dengan suara pita audio)
IV. Proyeksi visual diam	<ul style="list-style-type: none"> - film bingkai (slide) - film rangkai (berisi pesan verbal)

Kelompok Media	Media Instruksional
V. Proyeksi visual diam dengan audio	- film bingkai (slide) suara - film rangkai suara
VI. Visual gerak	- film bingkai dengan judul (caption)
VII. Visual gerak dengan audio	- film suara - video
VIII. Benda	- benda nyata - model tiruan
IX. Manusia dan sumber lingkungan	
X. Komputer	- program instruksional terkomputer (CAI)

Selain Schramm, Arsyad (2000:75-77), juga mengembangkan bentuk *matriks* pemilihan media didasarkan pada sifat tugas pembelajaran dan isi pelajaran (lihat tabel 2.4 dan 2.5).

Tabel 2.4. Pemilihan Media Menurut Sifat Tugas, Respon, dan Konteks Pembelajaran

Media Tujuan/ Tugas/Isi	GURU INSTRUKTUR	CETAK	TRANSPARANSI	SLIDE	GAMBAR ILLUSTRASI	AUDIO-TAPE	VIDEO KASET	RADIO	FILM	KOMPUTER	SIMULASI	VIDEO DISC	PERMAINAN	TELEVISI
SIFAT TUGAS *Menghafal	v	v			V			v		v	v		v	
*Memerlukan prosedur fisik	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
*Memerlukan penerapan prinsip-prinsip	v	v	v	v	V		v		v	v	v	v		v

Tabel 2.5. Pemilihan Media Menurut Isi Pelajaran

Media Tujuan/ Tugas/ Isi	GURU INSTRUKTUR	CETAK	TRANSPARANSI	SLIDE	GAMBAR ILUSTRASI	AUDIO -TAPE	VIDEO KASET	RADIO	FILM	KOMPUTER	SIMULASI	VIDEO DISC	PERMAINAN	TELEVISI
SIFAT ISI PELAJARAN														
*Fakta-fakta	S	S	S	S	S	S	T	S	T	R	T	S	S	S
*Pengenalan Visual	S	R	T	T	T	R	T	R	T	T	S	T	R	S
*Prinsip Konsep	S	S	S	S	S	R	T	R	T	T	S	T	R	S
*Prosedur	S	S	S	S	S	R	T	R	T	T	T	S	S	T
*Keteram- Pilan	S	R	S	S	S	R	S	R	S	S	T	S	S	S
*Sikap	T	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S

Memahami kelebihan, kekurangan, dan bentuk media instruksional dari berbagai jenis media, secara garis besar menurut Gerlack dan Ely dalam Arsyad (2000: 3), media

adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media.

Pemilihan media pembelajaran berorientasi pada hasil belajar yang diukur berdasarkan tingkat keefektifan, keefisienan, dan kemenarikan dalam penyampaian isi pesan pembelajaran. Secara umum media mempunyai kegunaan: (1) memperjelas pesan yang disampaikan, (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indra, (3) menumbuhkan motivasi eksternal siswa, yaitu motivasi yang berasal dari luar, (4) menumbuhkan interaksi langsung antara siswa

dengan sumber belajar, (5) memungkinkan siswa mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori, dan kinestetiknya, dan (6) mempersamakan pengalaman siswa dengan menimbulkan persepsi yang sama. Selain itu, keunggulan pembelajaran menggunakan media dengan mempertimbangkan instruksional berdasarkan tabel 2.4 yang terinci pada tabel 2.5 dan 2.6, yaitu: (1) membangkitkan motivasi eksternal belajar siswa, (2) mengulang apa yang telah dipelajari siswa, (3) menyediakan stimulus belajar, (4) mengaktifkan respon siswa, (5) memberikan balikan dengan segera, dan (6) menggalakkan latihan mempersamakan persepsi melalui data.

E. Media Berbasis Cetakan

Materi pembelajaran berbasis cetakan yang paling umum dikenal adalah buku teks, buku penuntun atau lembar kerja siswa, jurnal, majalah, dan lembaran lepas. Menurut Arsyad (2000: 87-90), teks berbasis cetakan menuntut enam elemen yang perlu diperhatikan pada saat merancang, yaitu: (1) konsistensi, (2) format, (3) organisasi, (4), daya tarik, (5) ukuran huruf, dan (6) penggunaan spasi kosong.

1. Konsistensi

Usaha yang perlu dilakukan untuk konsisten dalam membuat media berbasis cetak sebagai berikut:

- a. Gunakan konsistensi format dari halaman ke halaman. Usahakan agar tidak menggabungkan cetakan huruf dan ukuran huruf.
- b. Usahakan untuk konsisten dalam jarak spasi. Jarak antar judul dan baris pertama serta garis samping supaya sama, dan antara judul dan teks utama.

Spasi yang tidak sama sering dianggap buruk, tidak rapih dan oleh karena itu tidak memerlukan perhatian yang sungguh-sungguh.

2. Format

Teknik memformat media berbasis cetakan sebaiknya mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Jika paragraf panjang sering digunakan, wajah satu kolom lebih sesuai; sebaliknya, jika paragraf tulisan pendek-pendek, wajah dua kolom akan lebih sesuai.
- b. Isi yang berbeda supaya dipisahkan dan dilabel secara visual.
- c. Taktik dan strategi pembelajaran yang berbeda sebaiknya dipisahkan dan dilabel secara visual.

3. Organisasi

Organisasi isi materi dalam media berbasis cetakan sebaiknya mengupayakan hal-hal sebagai berikut:

- a. Upayakan untuk selalu menginformasikan siswa mengenai dimana mereka atau sejauh mana mereka dalam teks itu. Siswa harus mampu melihat sepiantas bagian atau bab berapa mereka baca. Jika memungkinkan, siapkan piranti yang memberikan orientasi kepada siswa tentang posisinya dalam teks secara keseluruhan.
- b. Susunlah teks sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh.
- c. Kotak-kotak dapat digunakan untuk memisahkan bagian-bagian dari teks.

4. Daya Tarik

Upaya untuk meningkatkan daya tarik siswa membaca media berbasis cetakan, yaitu: perkenalkan setiap bab atau bagian baru dengan cara yang berbeda. Ini diharapkan dapat memotivasi siswa untuk membaca terus.

5. Ukuran Huruf

Ukuran huruf yang baik untuk teks mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Pilihlah ukuran huruf yang sesuai dengan siswa, dan lingkungannya. Ukuran huruf biasanya dalam poin per inci. Misalnya, ukuran 24 poin per inci.
Ukuran yang baik untuk teks (buku teks atau buku penuntun) adalah 12 poin.
- b. Hindari penggunaan huruf capital untuk seluruh teks karena dapat membuat proses membaca menjadi sulit.

6. Ruang Spasi Kosong

Fungsi pemberian ruang spasi kosong termuat dalam rincian teknik penggunaan sebagai berikut:

- a. Gunakan spasi kosong yang tak berisi teks atau gambar untuk menambah kontras. Hal ini penting untuk memberikan kesempatan siswa untuk beristirahat pada titik-titik tertentu pada saat matanya bergerak menyusuri teks. Ruang kosong dapat berbentuk:
 1. Ruang sekitar judul.
 2. Batas tepi; batas tepi yang luas memaksa perhatian siswa untuk masuk ke tengah-tengah halaman.

3. Spasi antar kolom; semakin lebar kolomnya, semakin luas spasi di antaranya.
 4. Permulaan paragraf diidentifikasi.
 5. Penyesuaian spasi antar baris atau antar paragraf.
- b. Sesuaikan spasi antar baris untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan.
 - c. Tambahkan spasi antar paragraf untuk meningkatkan tingkat keterbacaan.

F. Instrumen Penilaian LKS Fisika SMA/MA

LKS dan buku teks pembelajaran yang dibuat baik yang berbasis cetakan maupun berbasis elektronik (*e-Book*) harus melalui tahapan pengujian untuk menilai kelayakan isi, agar sesuai dengan sasaran pengguna. Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP) tahun 2006 telah mengeluarkan format instrumen penilaian buku pelajaran Fisika untuk SMA/MA. Instrumen penilaian tersebut meliputi: (1) komponen kelayakan isi, (2) komponen kebahasaan, dan (3) komponen penyajian. Di dalam komponen-komponen tersebut terdapat butir-butir penilaian yang lebih rinci. Komponen kelayakan isi terdapat butir-butir di antaranya: (1) cakupan materi, (2) akurasi materi, dan (3) kemuktahiran. Komponen kebahasaan terdapat butir-butir di antaranya: (1) kesesuaian bahasa yang digunakan dengan perkembangan peserta didik, (2) komunikatif, interaktif, lugas, sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar, dan (3) penggunaan istilah dan simbol/lambang. Komponen penyajian terdapat butir-butir di antaranya: (1) teknik penyajian, (2) pendukung penyajian materi, dan (3) penyajian pembelajaran.

Penilaian instrumen untuk menilai buku teks pelajaran Fisika SMA/MA dilakukan oleh ahli materi dan ahli desain. Untuk menilai sesuai atau tidak buku teks pelajaran dengan sasaran pengguna buku teks tersebut dilakukan uji kelompok kecil oleh siswa. Instrumen penilaian memiliki skor pada setiap butir pertanyaan. Skor 1 untuk tidak sesuai, 2 untuk kurang sesuai, 3 untuk sesuai, dan 4 untuk sangat sesuai. Penilaian instrumen total dilakukan dari jumlah skor yang diperoleh kemudian dibagi dengan jumlah total skor kemudian hasilnya dikalikan dengan banyaknya pilihan jawaban. Instrumen yang digunakan memiliki 4 pilihan jawaban, sehingga skor penilaian total dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Skor penilaian} = \frac{\text{Jumlah nilai pada instrumen}}{\text{Jumlah nilai total}} \times 4$$

Hasil dari skor penilaian tersebut kemudian di konversikan ke pernyataan penilaian. Suyanto (2009:20) menyatakan bahwa:

“Konversi skor penilaian ke pernyataan penilaian dapat di bagi dalam rentang 1,01 – 1,75 dengan kriteria Tidak Baik; 1,76 – 2,50 dengan kriteria Kurang Baik; 2,51 – 3,25 dengan kriteria Baik; dan 3,26 – 4,00 dengan kriteria Sangat Baik”.

G. Format LKS

Menurut Trianto dalam Priyanto (2009: 21) “LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah.” Pembelajaran fisika menggunakan metode eksperimen menjadikan fungsi LKS sebagai penuntun siswa melakukan eksperimen. Siswa memperoleh data dan menarik suatu hukum atau konsep atau formulasi serta menarik suatu kesimpulan.

LKS membantu siswa mengemukakan pendapat secara sistematis melalui presentasi di kelas. Hal ini, menurut Priyanto (2009: 21), “ menunjukkan bahwa LKS berfungsi sebagai media yang dapat meningkatkan aktifitas siswa dalam pembelajaran.

Menurut Setiawan dalam Priyanto (2009: 21) LKS dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian berdasarkan isinya yaitu :

1. Fakta, merupakan tugas yang sifatnya mengarahkan siswa untuk mencari fakta-fakta atau hal-hal lain yang berhubungan dengan bahan yang diajarkan.
2. Pengkajian, merupakan penggalian pengertian tentang bahan ke arah pemahaman.
3. Pemantapan dan kesimpulan, yang sifatnya memantapkan materi pelajaran yang dikaji dalam diskusi kelas dimana kebenaran kesimpulan telah ditemukan dan diterima oleh semua peserta.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa LKS dapat digunakan sebagai penuntun siswa melakukan penyelidikan berbentuk tulisan dan berfungsi meningkatkan aktifitas siswa. Priyanto (2009: 22) menjelaskan, “LKS tidak hanya berisi petunjuk praktikum tetapi memuat pertanyaan-pertanyaan yang menggiring siswa untuk menyimpulkan materi yang dipelajari.”

Penyusunan LKS pembelajaran fisika metode eksperimen dengan mengadaptasi model pembelajaran Suyanto dalam Priyanto (2009: 22) disajikan secara tercetak dengan format sebagai berikut:

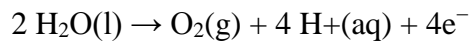
- a. Judul: Berupa judul suatu topik pembelajaran
- b. Tujuan Pembelajaran: Berupa tujuan pembelajaran khusus (TPK), yang pengembangannya melalau Analisis Materi Pelajaran (AMP)
- c. Wacana-wacana materi prasyarat berupa Pendahuluan, sebagai pengetahuan dan keterampilan yang merupakan bekal awal ajar. Pengetahuan dan keterampilan tersebut dapat berupa kemampuan konseptual fisika atau keterampilan-keterampilan dasar laboratoris.

- d. Wacana Utama: suatu wacana yang sesuai dengan topik pembelajaran. Wacana ini dapat berupa bahan ceramah, bahan tuntunan untuk menggunakan bahan kepustakaan atau tugas-tugas laboratoris. Wacana utama ini menyajikan contoh soal dan atau contoh pemecahan masalah menggunakan konsep-konsep yang telah dipelajari dengan prosedur ilmiah, soal-soal latihan menyelesaikan soal, atau latihan menyelesaikan tugas memecahkan masalah secara laboratoris.
- e. Kegiatan mendefinisikan masalah dan pengumpulan fakta, berupa panduan untuk memahami permasalahan dan metode pencarian fakta dengan merujuk sumber-sumber materi yang dapat dijadikan referensi dalam memecahkan permasalahan. Dapat juga berupa penyajian masalah yang harus disampaikan guru untuk dipecahkan oleh siswa dengan prosedur ilmiah. Berisi pula tuntunan merumuskan hipotesis, tuntunan merencanakan suatu kegiatan kerja untuk menguji rumusan hipotesis yang telah dirumuskan. Pada kegiatan pemecahan masalah ini guru berperan aktif, sebagai tempat konsultasi dan memberikan keputusan bahwa prosedur kerja yang direncanakan siswa sungguh dapat dikerjakan.
- f. Kegiatan pemecahan masalah, berupa panduan alternatif penyelesaian masalah secara kolaboratif. Alternatif pemecahan masalah yang diterapkan dapat mengadopsi strategi pemecahan masalah secara sistematis (*systematic approach to problem solving*). Dari kegiatan ini akan diperoleh kesimpulan materi yang dipelajari dapat diujikan kebenarannya.
- g. Kegiatan melakukan pengujian hasil pemecahan masalah, berupa metode yang digunakan untuk menguji validitas dari hasil pemecahan masalah yang telah disampaikan. Dalam LKS ini model pengujian hasil pemecahan masalah menggunakan kegiatan eksperimen dan latihan keterampilan proses.

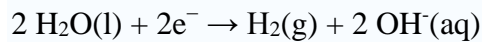
H. Elektroliser

Elektroliser sederhana (kebanyakan) dibuat dari wadah berbentuk menyerupai tabung (gambar 2. 2). Tutup tabung elektroliser dilubangi sedemikian sehingga dipasang elektroda positif (+) dan negatif (-) yang terbuat dari kawat *stainless steel*. Setelah itu, dalam proses kerjanya, elektroliser diisi $H_2O(l)$ dan dihubungkan dengan suatu tegangan DC sehingga kutub-kutub elektroda dan $H_2O(l)$ mengalami reaksi elektrolisis sebagai berikut:

1. Pada kutub Anoda terjadi reaksi oksidasi



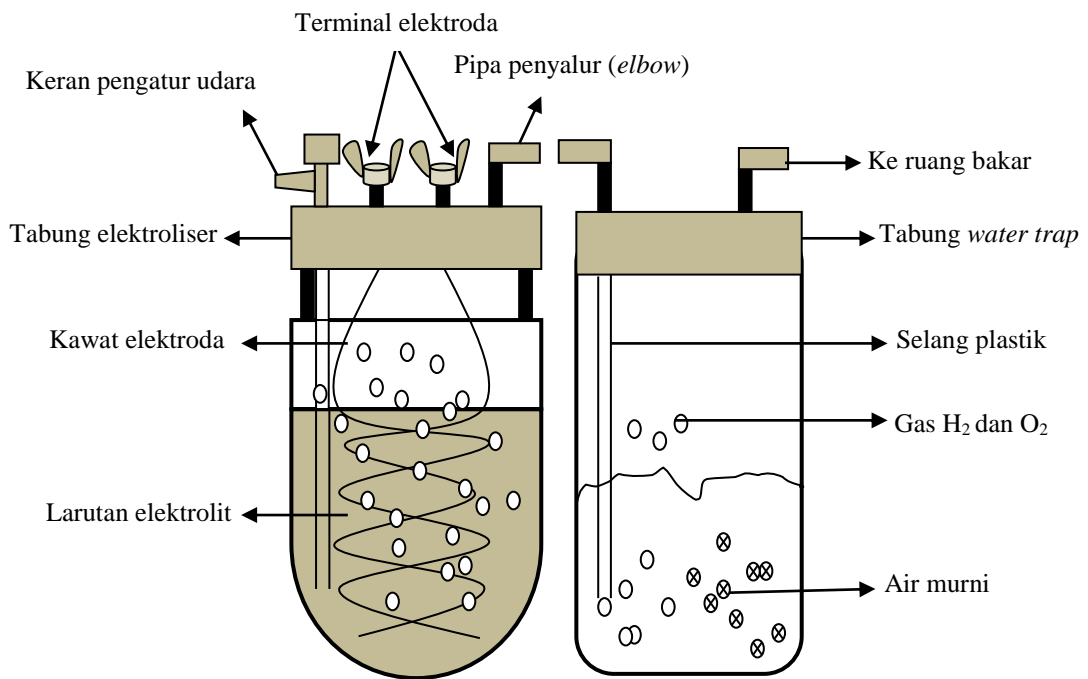
2. Pada kutub Katoda terjadi reaksi reduksi



sehingga diperoleh hasil akhir dari reaksi tersebut sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi pada kutub katoda dan anoda ini pada akhirnya menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan gas oksigen (O_2). Reaksi kimia yang terjadi pada elektroliser diperoleh dari instalasi kelistrikan pada kendaraan bermotor. Arus listrik yang harus mengalir ke elektroda elektroliser adalah arus listrik DC. Jika elektroliser digunakan pada kendaraan mobil maka arus masukan cukup dari *accu*. Namun akan berbeda jika elektroliser dihubungkan pada motor. Arus yang cukup berasal dari *spull* motor yang berarus AC (*alternating current*) sehingga arus perlu disearahkan menggunakan *diode bridge*. Gas hasil elektrolisis tersebut dimanfaatkan untuk menghemat sistem pembakaran kendaraan bermotor yang sepenuhnya menggunakan minyak. Gas hidrogen berguna untuk meningkatkan oktan bahan bakar minyak sedangkan gas oksigen membantu terjadinya pembakaran sempurna di dalam motor bakar. Selama proses elektrolisis berlangsung terjadi peningkatan suhu sehingga menimbulkan panas pada elektroliser. Peningkatan suhu ini disebabkan oleh kalor reaksi elektrolisis. Setelah reaksi elektrolisis, gas hidrogen dan oksigen yang terbentuk bergerak menghasilkan energi kinetik gas.



Gambar 2.2. Model Elektroliser (Sudirman, 2009: 5)

I. Elektroliser Sebagai Media Pembelajaran Hukum Pertama

Termodinamika Gas.

Berdasarkan hukum Boyle, jika sejumlah gas ideal yang berada dalam suatu silinder tertutup dimana penghisapnya dapat digerakkan pada suhu sistem dipertahankan tetap, maka besar perkalian tekanan dengan volume pada setiap keadaan dipertahankan tetap (lihat persamaan 2.1!). Selanjutnya, berdasarkan hukum Charles – Gay Lussac, jika sejumlah gas yang berada dalam suatu silinder tertutup dimana penghisapnya dapat digerakkan pada tekanan yang dipertahankan tetap, maka besar hasil bagi volume terhadap temperatur pada setiap keadaan dipertahankan tetap (lihat persamaan 2.2!). Hasil dari kedua hukum tersebut jika digabungkan akan diperoleh persamaan Boyle-Gay Lussac (lihat persamaan 2.3!). Selain itu dari kedua hukum tersebut ada dua kesamaan, yaitu silinder dalam keadaan tertutup. Keadaan silinder tertutup itu memungkinkan mol gas yang ada

dalam silinder tidak berubah. Berdasarkan persamaan 2.3, jika mol gas dapat dihitung maka dapat diperoleh bilangan tetap lainnya, yaitu R , yang merupakan tetapan umum gas sehingga diperoleh persamaan keadaan gas ideal (lihat persamaan 2.4!).

$$PV = \text{tetap} \dots (2.1)$$

$$\frac{V}{T} = \text{tetap} \dots (2.2)$$

$$\frac{PV}{T} = \text{tetap} \dots (2.3)$$

$$PV = nRT \dots (2.4)$$

dimana P = tekanan gas (Pa atau Nm^{-2}), V = volume gas (m^3), n = mol gas (mol), dan R = tetapan umum gas ($\text{Jkmol}^{-1}\text{K}^{-1}$).

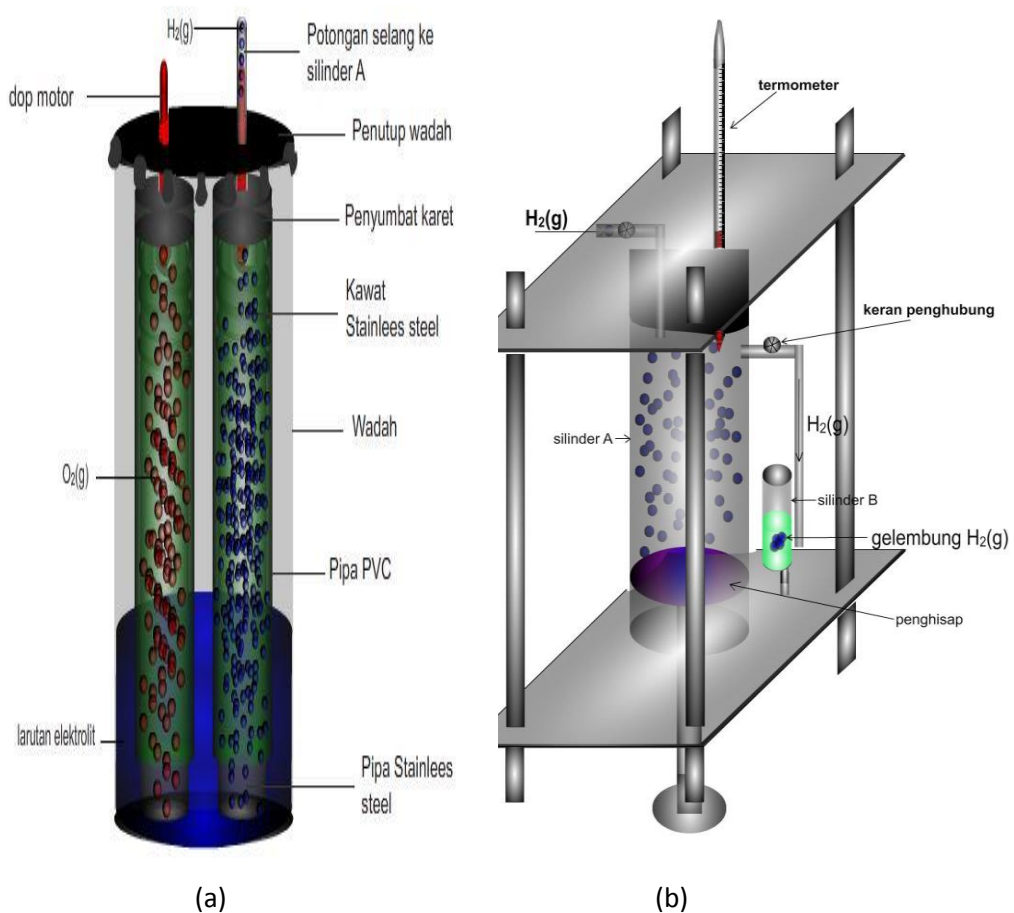
Meskipun pada penelitian ini tidak dikembangkan suatu media pembelajaran yang mampu menunjukkan besarnya R , namun dapat dipahami pentingnya kegunaan elektroliser. Hasil dari elektroliser, yaitu gas oksigen dan gas hidrogen dapat digunakan sebagai bahan untuk membelajarkan materi hukum pertama termodinamika pada gas ideal, misalnya menggunakan metode praktikum. Selain itu, kajian hukum pertama termodinamika yang pada dasarnya tidak terlepas dari keadaan suatu gas maka elektroliser pada gambar 2.2 perlu dilakukan perubahan sehingga sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar pada materi hukum pertama termodinamika di tingkat SMA.

Di tingkat SMA, gas hidrogen, gas oksigen, dan gas lainnya dipelajari untuk mengetahui hubungan kalor (aliran kalor) pada atau oleh sistem, perubahan energi dalam gas, dan usaha yang diberikan pada atau oleh sistem. Sejalan dengan pengetahuan ini, kajian awal mengenai hukum pertama termodinamika didasari oleh pemahaman siswa tentang sistem, lingkungan, dan batas sistem. Selanjutnya pemahaman tersebut dikembangkan pada kemampuan siswa membedakan keadaan sistem, meliputi sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi. Siswa diharapkan mampu membedakan usaha dari berbagai keadaan gas, mampu menentukan perubahan energi dalam dari berbagai jenis gas yang tergolong monoatomik dan diatomik. Kemudian siswa diberi penguatan berlakunya prinsip hukum kekekalan energi dalam merumuskan hukum pertama termodinamika (lihat persamaan 2.5) yang menyatakan bahwa besarnya kalor (aliran kalor), Q , pada atau oleh sistem sama dengan jumlah perubahan energi dalam gas (ΔU) dan usaha (w) pada atau oleh sistem.

$$Q = \Delta U + W' \dots (2.5)$$

Dimana kalor (aliran kalor) bernilai positif jika sistem memperoleh kalor dan negatif jika kehilangan kalor, dan usaha bernilai positif jika dilakukan oleh sistem dan negatif jika dilakukan pada sistem – sebagai catatan usaha yang disimbolkan dengan “ W' ” bertujuan untuk membedakannya dengan gaya berat “ W ”. Siswa diharapkan mampu menetapkan nilai positif atau negatif kalor (aliran kalor) dan usaha.

Muatan materi yang diharapkan di tingkat SMA tersebut mengharuskan merubah elektroliser gambar 2.2 menjadi gambar 2.3. Gambar 2.3 didasari oleh perlunya memisahkan produksi gas dari kedua elektroda. Pemisahan itu bertujuan menyederhanakan pengamatan hanya pada gas hidrogen saja. Gas hidrogen yang akan diamati itu sedemikian rupa ditampung ke dalam suatu silinder tertutup yang diberi penghisap (gambar 2.3 b). Gas yang berada di dalam silinder diharapkan dapat dimampatkan dan dapat diukur volume pemampatannya.

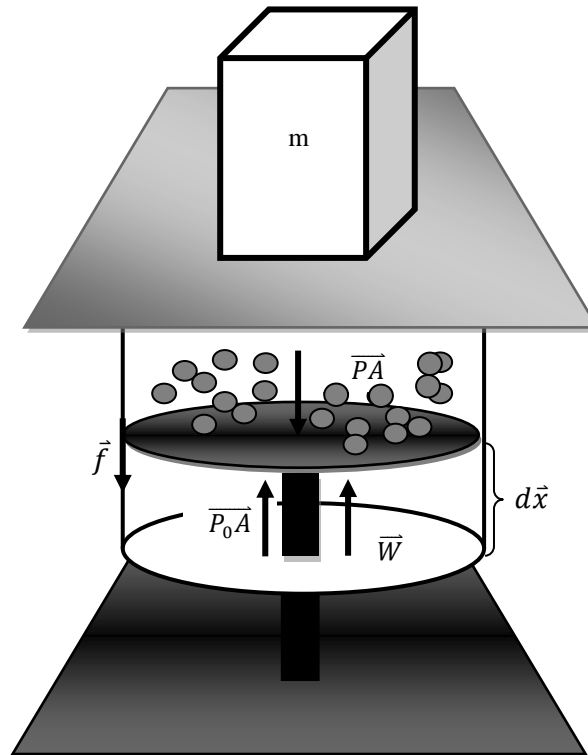


Gambar 2.3. (a) Model elektroliser dengan pemisahan produksi. (b) Gas hidrogen ditampung ke dalam silinder A

Selain itu, menyadari kemungkinan adanya gaya gesek yang berasal dari lingkungan terutama gesekan penghisap dengan dinding silinder, setiap akhir

proses pemampatan (lihat gambar 2.4!) berdasarkan hukum pertama Newton memenuhi persamaan,

$$\sum F = 0 \dots (2.6)$$



Gambar 2.4 Sejumlah mol gas hidrogen yang berasal dari elektroliser dimampatkan oleh gaya berat sebesar W . Setelah pemampatan berhenti, sistem dalam keadaan setimbang, dimana volume gas hidrogen berkurang. Pada penghisap dan dinding silinder dimungkinkan adanya gaya gesek.

Selama proses pengisian gas hidrogen dari elektroliser ke silinder A, pada salah satu ujung silinder A dihubungkan ke silinder B sehingga gas hidrogen dapat keluar ke lingkungan. Selanjutnya, saat penghubung silinder A dengan silinder B ditutup sedemikian rupa tekanan akibat penutupan itu diabaikan, berdasarkan gambar 2.4 dan persamaan 2.6 maka

$$W - f + P_0A - PA = 0$$

sehingga

$$P = \frac{(W - f + P_0A)}{A} \dots (2.7)$$

dengan W = gaya berat, $p_{\text{setimbang}}$ = tekanan pada keadaan setimbang, A = luas penampang bidang tekan, dan f = gaya gesek.

Bersesuaian dengan pemahaman pada persamaan 2.7, aliran kalor (Q) dapat mengalir dari sistem ke lingkungan dan atau sebaliknya tanpa adanya pertukaran zat antara sistem dengan lingkungan, maka fenomena itu memenuhi hukum Boyle. Pemahaman selanjutnya menunjukkan bahwa percobaan diharapkan mengamati tidak hanya satu keadaan titik setimbang. Dengan demikian terdapat seminimalnya 2 pengamatan keadaan setimbang, yaitu keadaan setimbang 1 (s_1) dan keadaan setimbang 2 (s_2), sehingga berdasarkan hukum Boyle

$$P_{s_1}V_{s_1} = P_{s_2}V_{s_2} \dots (2.9)$$

Kemungkinan lainnya adalah dengan mengasumsikan bahwa gaya gesek yang diberikan pada atau oleh sistem (f) selalu tetap, sehingga persamaan 2.8 menjadi

$$f = P_0A - \frac{[W_2V_2 - W_1V_1]}{V_1 - V_2} \dots (2.10)$$

Berdasarkan persamaan 2.10, setelah dihitung gaya gesek (f), dimungkinkan siswa untuk membuktikan berlakunya hukum Boyle pada silinder A, yaitu siswa menguji kesamaan volume pengukuran dengan volume perhitungan. Dengan demikian, pada silinder yang dibuat, diharapkan dapat mengukur volume dari setiap keadaan setimbang sebagai pembuktian hasil perhitungan siswa. Kesamaan pengukuran volume gas dengan perhitungan volume gas dapat dilakukan dengan

melakukan pengujian hipotesis komparatif k sampel secara bersama-sama yang menurut Sugiyono (2006: 224-225),

Analisis varian dapat digunakan apabila varian ke tiga kelompok data tersebut homogen. Oleh karena itu sebelum Analisis Varian digunakan untuk pengujian hipotesis, maka perlu dilakukan pengujian homogenitas varian terlebih dahulu dengan uji F dengan rumus seperti berikut,

$$F = \frac{\text{varian terbesar}}{\text{varian terkecil}}$$

dimana varian (s^2)

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}$$

dengan x_i = data ke I, \bar{x} = rerata, dan N = banyaknya data (<http://statistikpendidikanii.blogspot.com/2010/07/varian-dan-standar-d...>).

Sugiyono (2006: 225) melanjutkan,

harga F hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga F tabel . Jika F hitung lebih kecil dari F tabel untuk kesalahan 5% dan 1% ($F_h < F_{t(5\%)} < F_{t(1\%)}$), maka data yang akan dianalisis homogen untuk tingkat kesalahan 1% maupun 5%. Selanjutnya untuk perhitungan [Analisis Varian Satu Jalan (*One way anova*)] Anova dapat dilakukan dengan menggunakan tabel penolong seperti ditunjukkan pada tabel 2.6. Jika $F_h > F_{tab}$, maka H_a diterima. Jadi kesimpulannya terdapat perbedaan yang signifikan dari ketiga varian.

Tabel 2.6. Tabel ringkasan anova untuk menguji hipotesis k sampel

Suber Variansi	Dk	Jumlah Kuadrat	MK	F_h	F_{tab}	Keputusan
Total	N-1	JK_{tot}	-	$\frac{MK_{ant}}{MK_{dal}}$	Lihat tabel untuk 5% dan 1%	$F_h > F_{tab}$
Antar Kelompok	m-1	JK_{ant}	MK_{ant}			Ha diterima
Dalam Kelompok	N-m	JK_{dal}	MK_{dal}			

N = jumlah seluruh anggota sampel

m = jumlah kelompok sampel

Dimana

$$JK_{tot} = \sum X_{tot}^2 - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N} \dots (2.11)$$

$$JK_{ant} = \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \frac{(\sum X_m)^2}{n_m} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N} \dots (2.12)$$

$$JK_{dal} = JK_{tot} - JK_{ant} \dots (2.13)$$

$$MK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{m - 1} \dots (2.14)$$

$$MK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{N - m} \dots (2.15)$$

$$F_h = \frac{MK_{ant}}{MK_{dal}} (2.16)$$

Kemampuan menguji kesamaan volume ukur gas dengan volume perhitung gas mengarahkan siswa menyelesaikan persoalan keadaan gas secara (kebolehan) tepat. Jumlah mol gas (n) dapat dihitung. Selanjutnya, dugaan siswa bahwa suhu pada silinder A dapat dipertahankan tetap (isothermal), $\Delta U = 0$, diharapkan mendapatkan (kebolehan) kepastian melalui percobaan dimana usaha (w),

$$W' = \int \vec{F}_{eksternal} \cdot d\vec{x}$$

$$W' = \int F_{eksternal} \cdot dx \cos \theta ; \theta = 0^\circ$$

$$W' = \int F_{eksternal} \cdot dx$$

karena dx berhubungan dengan luas bidang tekan (A) dan volume hasil pemuaian atau pemampatan gas (dV), maka

$$Adx = dV$$

$$W' = \int F_{eksternal} \cdot \frac{dV}{A}$$

$$\frac{F_{eksternal}}{A} = P$$

sehingga persamaan 2.5 dapat dipahami sebagai

$$Q_{isothermal} = \int P dV \dots (2.17)$$

Jika p pada persamaan 2.4 disubstitusikan ke persamaan 2.17, maka

$$Q_{isothermal} = \int \frac{nRT}{V} dV$$

$$Q_{isothermal} = nRT \int \frac{1}{V} dV$$

$$Q_{isothermal} = nRT \int_{V_0}^{V_t} \frac{dV}{V}$$

$$Q_{isothermal} = nRT \ln[V]_{V_0}^{V_t} \dots (2.18)$$

$$Q_{isothermal} = nRT \ln[V_0 - V_t]$$

$$Q_{isothermal} = nRT \ln \frac{V_0}{V_t} \dots (2.19)$$

dengan V_0 = volume sebelum dimampatkan dan V_t = volume gas setelah dimampatkan. Hasil akhir yang diharapkan dari percobaan ini adalah kemampuan siswa menghitung mol gas yang berada di dalam silinder A dan kalor isothermal menggunakan metode eksperimen. Dengan demikian, berdasarkan prosedur pengembangan produk dan uji produk media instruksional menurut Suyanto dan Sartinem (2009: 322) yang meliputi tujuh tahap, yaitu: (1) analisis kebutuhan, (2) identifikasi sumberdaya untuk memenuhi kebutuhan, (3) identifikasi spesifikasi

produk yang diinginkan pengguna, (4) pengembangan produk, (5) uji internal: uji spesifikasi dan uji operasionalisasi produk, (6) uji eksternal: uji kemanfaatan produk oleh pengguna, dan (7) produksi, maka kit praktikum hukum pertama termodinamika beserta LKS dapat dikembangkan.