



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201820476, 9 Juli 2018

Pencipta

Nama : **Tirtawaty Abdjul, S.Pd., M.Pd; Nova Elysia Ntobuo, S.Pd., M.Pd**

Alamat : Jl. Pangeran Hidayat Kelurahan Liluwo, Kec. Kota Tengah Kota Gorontalo, Gorontalo, Gorontalo, 96128

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Tirtawaty Abdjul, S.Pd., M.Pd**

Alamat : Jl. Pangeran Hidayat Kelurahan Liluwo, Kec. Kota Tengah Kota Gorontalo, Gorontalo, Gorontalo, 96128

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS VIRTUAL-LAB**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 9 Juli 2018, di Gorontalo

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000111424

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001





Buku Ajar

PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS VIRTUAL-LAB

Tirtawaty Abdjul, S.Pd M.Pd

Nova Elysia Ntobuo, S.Pd, M.Pd

DAFTAR ISI

<i>Media Pembelajaran</i>	<i>..... 1</i>
<i>Fungsi dan Manfaat Media Pembelajaran</i>	<i>..... 4</i>
<i>Jenis-jenis Media Pembelajaran</i>	<i>..... 9</i>
<i>Kelebihan dan Kelemahan media pembelajaran</i>	<i>..... 14</i>
<i>Alasan menggunakan media pembelajaran</i>	<i>..... 16</i>
<i>Virtual Laboratory</i>	<i>..... 18</i>
<i>Fungsi Virtual Laboratory</i>	<i>..... 23</i>
<i>Konsep Dasar Virtual Laboratory</i>	<i>..... 24</i>
<i>Jenis-jenis Virtual Laboratory</i>	<i>..... 28</i>
<i>Penelitian dan Pengembangan Virtual Laboratory</i>	<i>..... 38</i>
<i>Daftar Pustaka</i>	<i>..... 41</i>

Kata Pengantar

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Bahan Ajar ini dengan baik dan benar, serta tepat pada waktunya. Dalam Bahan Ajar ini penulis membahas mengenai *“Media Pembelajaran Berbasis Virtual-Lab dalam Fisika”*

Bahan Ajar ini telah dibuat dengan berbagai observasi dan beberapa bantuan dari berbagai pihak untuk membantu menyelesaikan tantangan dan hambatan selama mengerjakan Laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan bahan ajar ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang mendasar pada Bahan Ajar ini. Oleh karena itu penulis meminta pembaca untuk memberikan saran serta kritik yang dapat membangun kami. Kritik konstruktif dari pembaca sangat kami harapkan untuk penyempurnaan selanjutnya. Akhir kata semoga Bahan Ajar ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Gorontalo 12, Maret 2020

Tirtawaty Abdjul, S.Pd, M.Pd
Nova Elysia Ntobuo, S.Pd, M.Pd

1.1 Media Pembelajaran

Dalam pembelajaran (instructional), sumber informasi adalah dosen, guru, instruktur, peserta didik, bahan bacaan dan sebagainya. Menurut Schramm (1977), media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan (informasi) yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran. Briggs (1977) mendefinisikan media pembelajaran sebagai sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi pembelajaran. Sedang menurut Arief S. Sadiman (1986) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima, sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat siswa sehingga proses belajar terjadi. Kata media merupakan bentuk jamak dari kata medium.

Medium dapat didefinisikan sebagai perantara atau pengantar terjadinya komunikasi dari pengirim menuju penerima (Heinich et.al., 2002; Ibrahim, 1997; Ibrahim et.al., 2001). Media merupakan salah satu komponen komunikasi, yaitu sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan (Criticos, 1996). Ringkasnya, media adalah alat yang menyampaikan atau mengantarkan pesan-pesan pengajaran (Azhar Arsyad, 2010).

Pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual dan verbal (Azhar, 1997). Menurut Oemar Hamalik media pembelajaran adalah Alat, metode, dan teknik yang digunakan dalam rangka lebih

mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pendidikan dan pengajaran di sekolah (Oemar,1989).

Anitah (2007) berpendapat media pembelajaran adalah setiap orang, bahan, alat, atau peristiwa yang dapat menciptakan kondisi yang memungkinkan pembelajar menerima pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Media pembelajaran mengandung informasi yang akan disalurkan oleh sender atau pengirim kepada receiver atau penerima pesan. Sanaky(2009), media pembelajaran adalah sarana pendidikan yang dapat digunakan sebagai perantara dalam proses pembelajaran untuk mempertinggi efektivitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pengajaran. Schramm (1977), menjelaskan bahwa media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan atau informasi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran. Gerlach & Ely (1971) menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki cakupan yang sangat luas yaitu termasuk manusia, materi atau kajian yang membangun suatu kondisi yang membuat peserta didik mampu mengembangkan pengetahuan, keterampilan atau sikap.

Sadiman (2006) mengemukakan bahwa media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi. Sedangkan Arsyad (2007) menyatakan bahwa media adalah alat yang menyampaikan pesan-pesan pembelajaran.

Menurut Hanafiah & Suhana (2010) media pembelajaran merupakan segala bentuk perangsang dan alat yang disediakan guru untuk mendorong siswa belajar secara cepat, tepat, mudah, benar dan tidak terjadinya verbalisme. Selain pendapat tersebut, Prihatin (2008) menerangkan bahwa media pembelajaran adalah media yang dapat digunakan untuk membantu siswa di dalam memahami dan memperoleh informasi yang dapat didengar

ataupun dilihat oleh panca indera sehingga pembelajaran dapat berhasil guna dan berdaya guna.

Menurut AECT (*Association of Education and Communication Technology*) yang dikutip oleh Basyaruddin (2002) “media adalah segala bentuk yang dipergunakan untuk proses penyaluran informasi”.²Sedangkan pengertian lain media adalah alat bantu apa saja yang dapat dijadikan sebagai penyalur pesan guna mencapai tujuan pembelajaran.

Media adalah sarana (prasarana) yang membantu proses pendidikan, sehingga tujuan pendidikan dapat berhasil dengan baik (Roestiyah, 1989). Media adalah segala jenis komponen dalam lingkungan yang dapat merangsang untuk belajar (Gagne, 1970). Dalam Nasution (2002) menuliskan media pembelajaran menurut:

1. Gagne, media pembelajaran sebagai komponen sumber belajar di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar
2. Briggs, media pembelajaran adalah wahana fisik yang mengandung materi pelajaran
3. Wilbur Schramm, media pembelajaran adalah teknik pembawa informasi atau pesan pembelajaran.
4. Menurut Yusuf Hadi Miarso : media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat merangsang terjadinya proses belajar.

Hamalik (1986) mengemukakan bahwa pemakaian media pengajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa.

1.2 Fungsi dan Manfaat Media Pembelajaran

Pembelajaran tematik pada dasarnya memerlukan optimalisasi penggunaan media pembelajaran yang bervariasi sehingga akan membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak. Media pembelajaran memiliki berbagai fungsi dan manfaat. Suprihatiningrum (2013) menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki enam fungsi utama sebagai berikut:

- a. Fungsi atensi, menarik perhatian siswa dengan menampilkan sesuatu yang menarik dari media tersebut.
- b. Fungsi motivasi, menumbuhkan kesadaran siswa untuk lebih giat belajar.
- c. Fungsi afeksi, menumbuhkan kesadaran emosi dan sikap siswa terhadap materi pelajaran dan orang lain.
- d. Fungsi kompensatori, mengakomodasi siswa yang lemah dalam menerima dan memahami pelajaran yang disajikan secara teks atau verbal.
- e. Fungsi psikomotorik, mengakomodasi siswa untuk melakukan suatu kegiatan secara motorik.
- f. Fungsi evaluasi, mampu menilai kemampuan siswa dalam merespons pembelajaran

Suprihatiningrum (2013) mengungkapkan bahwa media pembelajaran juga memiliki manfaat antara lain: memperjelas proses pembelajaran, meningkatkan ketertarikan dan interaktivitas siswa, meningkatkan efisiensi dalam waktu dan tenaga, meningkatkan kualitas hasil belajar siswa, memungkinkan proses belajar dapat dilakukan di tempat mana saja dan kapan saja, menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar, mengubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif, mengkonkretkan materi yang abstrak, membantu mengatasi keterbatasan panca indera manusia, menyajikan objek pelajaran berupa benda atau

peristiwa langka dan berbahaya ke dalam kelas, dan meningkatkan daya retensi siswa terhadap materi pembelajaran.

Hamalik (1986) mengemukakan bahwa pemakaian media pengajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa. Secara umum, manfaat media dalam proses pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dengan siswa sehingga pembelajaran akan lebih efektif dan efisien. Tetapi secara lebih khusus ada beberapa manfaat media yang lebih rinci Kemp dan Dayton (1985) misalnya, mengidentifikasi beberapa manfaat media dalam pembelajaran yaitu:

- a. Penyampaian materi pelajaran dapat diseragamkan
- b. Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik
- c. Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif
- d. Efisiensi dalam waktu dan tenaga
- e. Meningkatkan kualitas hasil belajar siswa
- f. Media memungkinkan proses belajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja
- g. Media dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar
- h. Merubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif.

Selain itu, Aqib (2013) mengungkapkan manfaat umum media pembelajaran adalah sebagai berikut:

- a. Menyeragamkan penyampaian materi.
- b. Pembelajaran lebih jelas dan menarik.
- c. Proses pembelajaran lebih interaksi.
- d. Efisiensi waktu dan tenaga.
- e. Meningkatkan kualitas hasil belajar.

- f. Belajar dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja.
- g. Menumbuhkan sikap positif belajar terhadap proses dan materi belajar.
- h. Meningkatkan peran guru ke arah yang lebih positif.

Manfaat praktis media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar sebagai berikut:

- a. Media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar
- b. Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya
- c. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu
- d. Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya misalnya melalui karya wisata.

Hamalik (1989) mengemukakan bahwa pemakaian media pengajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa.

Secara umum, manfaat media dalam proses pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dengan siswa sehingga pembelajaran akan lebih efektif dan efisien. Tetapi secara lebih khusus ada beberapa

manfaat media yang lebih rinci Kemp dan Dayton (1985) misalnya, mengidentifikasi beberapa manfaat media dalam pembelajaran yaitu:

a. Penyampaian materi pembelajaran dapat diseragamkan

Dengan bantuan media pembelajaran, penafsiran yang berbeda antar guru dapat dihindari dan dapat mengurangi terjadinya kesenjangan informasi diantara siswa dimanapun berada.

b. Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik

Media dapat menampilkan informasi melalui suara, gambar, gerakan dan warna, baik secara alami maupun manipulasi, sehingga membantu guru untuk menciptakan suasana belajar menjadi lebih hidup, tidak monoton dan tidak membosankan.

c. Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif

Dengan media akan terjadinya komunikasi dua arah secara aktif, sedangkan tanpa media guru cenderung bicara satu arah.

d. Efisiensi dalam waktu dan tenaga

Dengan media tujuan belajar akan lebih mudah tercapai secara maksimal dengan waktu dan tenaga seminimal mungkin. Guru tidak harus menjelaskan materi ajaran secara berulang-ulang, sebab dengan sekali sajian menggunakan media, siswa akan lebih mudah memahami pelajaran.

e. Meningkatkan kualitas hasil belajar siswa

Media pembelajaran dapat membantu siswa menyerap materi belajar lebih mendalam dan utuh. Bila dengan mendengar informasi verbal dari guru saja, siswa kurang memahami pelajaran, tetapi jika diperkaya dengan kegiatan melihat, menyentuh, merasakan dan mengalami sendiri melalui media pemahaman siswa akan lebih baik.

- f. **Media memungkinkan proses belajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.**

Media pembelajaran dapat dirangsang sedemikian rupa sehingga siswa dapat melakukan kegiatan belajar dengan lebih leluasa dimanapun dan kapanpun tanpa tergantung seorang guru. Perlu kita sadari waktu belajar di sekolah sangat terbatas dan waktu terbanyak justru di luar lingkungan sekolah.

- g. **Media dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar.**

Proses pembelajaran menjadi lebih menarik sehingga mendorong siswa untuk mencintai ilmu pengetahuan dan gemar mencari sendiri sumber-sumber ilmu pengetahuan.

- h. **Mengubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif.**

Guru dapat berbagi peran dengan media sehingga banyak mamiliki waktu untuk memberi perhatian pada aspek-aspek edukatif lainnya, seperti membantu kesulitan belajar siswa, pembentukan kepribadian, memotivasi belajar, dan lain-lain.

1.3 Jenis-jenis Media Pembelajaran

Pengelompokkan berbagai jenis media apabila dilihat dari segi perkembangan teknologi oleh Seels dan Glasgow yang dikutip Arsyad (2006) dibagi ke dalam dua kategori luas, yaitu pilihan media tradisional dan pilihan media teknologi mutakhir.

1. Pilihan Media Tradisional

- a. Visual diam yang diproyeksikan (proyeksi tak tembus pandang, proyeksi overhead, slide, (filmstrips).
- b. Visual yang tak diproyeksikan (gambar, poster, foto, charts, grafik, diagram, pameran, kartu, papan info, papan bulu/flanel)
- c. Audio (rekaman piringan hitam dan pita kaset)
- d. Penyajian multimedia (slide plus suara, paduan gambar-suara, dan multi image)
- e. Visual dinamis yang diproyeksikan (film, televisi, video)
- f. Cetak (buku teks, modul, teks terprogram, buku kerja, majalah berkala, lembaran lepas atau hand-out).
- g. Permainan (teka-teki, simulasi, permainan papan, permainan kartu).
- h. Realia (model, specimen/contoh, manipulatif (peta, globe, boneka).

2. Pilihan Media Teknologi Mutakhir

- a. Media berbasis telekomunikasi (teleconference dan telelecture)
- b. Media berbasis mikroprosesor (pembelajaran berbantuan komputer, permainan komputer, pembelajaran interaktif, hypermedia, dan compact video disc).

Klasifikasi media pembelajaran menurut Arsyad (2009) dibedakan menjadi empat kelompok antara lain sebagai berikut:

1. Media hasil teknologi cetak

2. Media hasil teknologi audio-visual
3. Media hasil teknologi yang berbasis komputer
4. Media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer

Sedangkan menurut Brezt (dalam Musfiqon, 2012) jenis-jenis media pembelajaran dapat dibagi menjadi dua yaitu ditinjau dari tampilan dan penggunaannya antara lain adalah sebagai berikut:

1. Jenis media ditinjau dari tampilan yaitu media visual, media audio, dan media kinestetik,
2. Jenis media ditinjau dari penggunaannya yaitu media proyeksi dan media visualnonproyeksi.

Menurut Heinich (Arsyad, 2007) membagi media berdasarkan cara penyampaian dan penerimaan menjadi 3 jenis yaitu : media audio, media visual dan media audio visual.

1. Media audio seperti : radio dan tape recorder.
2. Media visual seperti:
 - a. Media grafis/bahan cetak/ sulementary materials (papan tulis, gambar, skets, Kartun, poster, papan panel/ flannel bord and papan bulletin/bolleetin boar).
 - b. Objek Fisik seperti : realia
 - c. Model
3. Media audio visual seperti : televise dan film.

Wibowo (1992) mengungkapkan jenis-jenis media berdasarkan kesamaan karakteristik dan kekhususannya yaitu:

- a. Media audio seperti : radio, tape recorder dan pita radio.
- b. Media visual seperti: foto, ilustrasi, flashcard, gambar, bingkai filem, trasparan proyektor, diagram, poster, bagan, grafik, gambar kartun, peta, globe.

- c. Media audio visual seperti : televise, film, dan video.
- d. Media serbaneka seperti : papan tulis, (papan flannel, papan bulletin, papan menetik, papan listrik.), media tiga dimensi (model, realia, karya wisata)

Pengelompokan media oleh Leshin, Pollock & Reigeluth dalam Arsyad, (2007) dibagi dalam lima kelompok, yaitu (1) media berbasis manusia (guru, instruktur, tutor, main-peran, kegiatan kelompok, field-trap); (2) media berbasis cetak (buku, penuntun, buku latihan (zvorbook), alat bantu kerja, dan lembaran lepas); (3) media berbasis visual (buku, alat bantu kerja, bagan, grafik, peta, gambar, transparansi, slide); (4) media berbasis audio-visual (video, film, program slide-tape, televisi); dan (5) media berbasis komputer (pengajaran dengan bantuan komputer, interaktif video, hypertext).

1. Media Berbasis Manusia

Media berbasis manusia merupakan media tertua yang digunakan untuk mengirimkan dan mengkomunikasikan pesan atau informasi. Media ini bermanfaat khususnya bila tujuan kita adalah mengubah sikap atau ingin secara langsung terlibat dengan pemantauan pembelajaran siswa. Salah satu faktor penting dalam pembelajaran dengan media berbasis manusia ialah rancangan pelajaran yang interaktif. Dengan adanya manusia sebagai pemeran utama dalam proses belajar maka kesempatan interaksi semakin terbuka lebar. Pelajaran interaktif yang terstruktur dengan baik bukan hanya lebih menarik tetapi juga memberikan kesempatan untuk percobaan mental dan pemecahan masalah yang kreatif. Disamping itu, pelajaran interaktif mendorong partisipasi siswa dan jika digunakan dengan baik dapat mempertinggi hasil belajar dan pengalihan pengetahuan.

2. Media Berbasis Cetakan

Materi pembelajaran berbasis cetakan yang paling umum dikenal adalah buku teks, buku penuntun, jurnal, majalah, dan lembaran lepas. Teks berbasis cetakan menuntut enam elemen yang perlu diperhatikan pada saat merancang, yaitu konsistensi, format, organisasi, daya tarik, ukuran huruf, dan penggunaan spasi kosong. Beberapa cara yang digunakan untuk menarik perhatian pada media berbasis teks adalah warna, huruf, dan kotak. Warna digunakan sebagai alat penuntun dan penarik perhatian kepada informasi yang penting, misalnya kata kunci dapat diberi tekanan dengan cetakan warna merah. Selanjutnya, huruf yang dicetak tebal atau dicetak miring memberikan penekanan pada kata-kata kunci atau judul. Informasi penting dapat pula diberi tekanan dengan menggunakan kotak. Penggunaan garis bawah sebagai alat penuntun sedapat mungkin dihindari karena membuat kata itu sulit dibaca.

3. Media Berbasis Audio-Visual

Media visual yang menggabungkan penggunaan suara memerlukan pekerjaan tambahan untuk memproduksinya. Salah satu pekerjaan penting yang diperlukan dalam media audio-visual adalah penulisan naskah dan storyboard yang memerlukan persiapan yang banyak, rancangan, dan penelitian. Naskah yang menjadi bahan narasi disaring dari isi pelajaran yang kemudian disintesis ke dalam apa yang ingin ditunjukkan dan dikatakan. Naskah ini merupakan penuntun bagi tim produksi untuk memikirkan bagaimana video menggambarkan atau visualisasi materi pelajaran. Pada awal pelajaran media harus mempertunjukkan sesuatu yang dapat menarik perhatian semua siswa. Hal ini diikuti dengan jalinan logis keseluruhan program yang dapat membangun rasa berkesinambungan-menyambung dan kemudian menuntun kepada kesimpulan atau

rangkuman. Kontinuitas program dapat dikembangkan melalui penggunaan cerita atau permasalahan yang memerlukan pemecahan.

4. Media Berbasis Komputer

Dewasa ini komputer memiliki fungsi yang berbeda-beda dalam bidang pendidikan dan latihan. Komputer berperan sebagai manajer dalam proses pembelajaran yang dikenal dengan nama ComputerManaged Instruction (CMI). Ada pula peran komputer sebagai pembantu tambahan dalam belajar; pemanfaatannya meliputi penyajian informasi isi materi pelajaran, latihan, atau kedua-duanya. Modus ini dikenal sebagai Computer-Assisted Instruction (CAI). CAI mendukung pembelajaran dan pelatihan akan tetapi ia bukanlah penyampai utama materi pelajaran. Komputer dapat menyajikan informasi dan tahapan pembelajaran lainnya disampaikan bukan dengan media komputer. Salah satu media berbasis komputer yang digunakan adalah virtual lab. **Laboratorium virtual** atau bisa disebut dengan istilah **Virtual Lab** adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (software) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya.

1.4 Kelebihan dan Kelemahan Media Pembelajaran

Meskipun dalam penggunaannya jenis-jenis teknologi dan media sangat dibutuhkan guru dan siswa dalam membantu kegiatan pembelajaran, namun secara umum terdapat beberapa **kelebihan dan kelemahan** dalam penggunaannya. Diantara kelebihan atau kegunaan media pembelajaran yaitu:

1. Memperjelas penyajian pembelajaran tidak terlalu bersifat verbalistik(dalam bentuk kata-kata, tertulis atau lisan belaka)
2. Mengatasi perbatasan ruang, waktu dan daya indera, seperti:
 - a. Objek yang terlalu besar digantikan dengan realitas, gambar, filmbingkai, film atau model
 - b. Obyek yang kecil dibantu dengan proyektor micro, film bingkai, film atau gambar
 - c. Gerak yang terlalu lambat atau terlalu cepat dapat dibantu dengan tame lapse atau high speed fotografi
 - d. Kejadian atau peristiwa yang terjadi masa lalu bisa ditampilkan lagi lewat rekaman film,video, film bingkai, foto maupun secara verbal
 - e. Obyek yang terlalu kompleks (mesin-mesin) dapat disajikan dengan model, diagram, dll
 - f. Konsep yang terlalu luas (gunung ber api, gempa bumi, iklim dll) dapat di visualkan dalam bentuk film,film bingkai, gambar,dll.
3. Dengan menggunakan media pendidikan secara tepat dan bervariasi sifat pasif anak didik dapat diatasi. Dalam hal ini media pembelajaran berguna untuk:
 - a. Menimbulkan kegairahan belajar

- b. Memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara anak didik dengan lingkungan dan kenyataan
 - c. Memungkinkan anak didik belajar sendiri-sendiri sesuai kemampuan dan minat masing-masing
4. Dengan sifat yang unik pada tiap siswa ditambah lagi dengan lingkungan dan pengalaman yang berbeda, sedangkan kurikulum dan materi pendidikan ditentukan sama untuk setiap siswa, maka guru akan mengalami kesulitan. Semuanya itu harus diatasi sendiri. Apalagi bila latar belakang guru dan siswa juga berbeda. Masalah ini juga bisa diatasi dengan media yang berbeda dengan kemampuan dalam :
- a. Memberikan perangsang yang sama
 - b. Mempersamakan pengalaman
 - c. Menimbulkan persepsi yang sama.

Ada beberapa kelemahan sehubungan dengan gerakan pengajaran visual anatar lain terlalu menekankan bahan-bahan visualnya sendiri dengan tidak menghirukan kegiatan-kegiatan lain yang berhubungan dengan desain, pengembangan, produksi, evaluasi, dan pengelolaan bahan-bahan visual. Disamping itu juga bahan visual dipandang sebagai alat bantu semata bagi guru dalam proses pembelajaran sehingga keterpaduan antara bahan pelajaran dan alat bantu tersebut diabaikan. Kelemahan audio visual:terlalu menekankan pada penguasaan materi dari pada proses pengembangannya dan tetap memandang materi audio visual sebagai alat Bantu guru dalam proses pembelajaran.

1.5 Alasan Menggunakan Media Pembelajaran

Ada 2 alasan penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar-mengajar, yaitu :

1. Alasan yang pertama yaitu berkenaan dengan manfaat media pengajaran itu sendiri, antara lain:
 - a. Pengajaran lebih menarik perhatian siswa, sehingga menumbuhkan motivasi belajar.
 - b. Bahan pengajaran lebih jelas maknanya, sehingga dapat menguasai tujuan pembelajaran dengan baik.
 - c. Metode pengajaran akan bervariasi.
 - d. Siswa dapat lebih banyak melakukan aktivitas belajar, seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain.
2. Alasan kedua yaitu sesuai dengan taraf berpikir siswa

Dimulai dari taraf berfikir konkret menuju abstrak, dimulai dari yang sederhana menuju berfikir yang kompleks. Sebab dengan adanya media pengajaran hal-hal yang abstrak dapat dikonkretkan, dan hal-hal yang kompleks dapat disederhanakan. Itulah beberapa alasan mengapa media pembelajaran dapat mempertinggi keberhasilan dalam proses belajar mengajar.

Menurut Arif Sadiman (1996:89) terdapat beberapa alasan guru memilih media pembelajaran, yaitu :

1. Demonstration

Media dapat digunakan untuk mendemonstrasikan sebuah konsep, alat, objek, kegunaan, cara mengoperasikan dll. Media berfungsi sebagai alat peraga pembelajaran.

2. Familiarity

Karena sudah terbiasa menggunakan media tersebut dan merasa sudah menguasai.

3. Clarity

Ingin memberikan gambaran/penjelasan yang lebih konkret.

4. Active Learning.

Guru dapat membuat siswa berperan aktif baik secara fisik, mental, emosional.

Jadi, seorang guru sebagai pengguna harus dapat memilih media yang tepat dengan kebutuhan pembelajaran sesuai dengan karakteristik siswa dan karakteristik materi pembelajaran.

1.6 Virtual Laboratory

Fisika merupakan salah satu cabang dari ilmu sains. Fisika merupakan hasil kegiatan manusia berupa pengetahuan, gagasan, dan konsep yang terorganisasi tentang alam sekitar yang diperoleh dari serangkaian pengalaman melalui proses ilmiah. Pelajaran fisika tidak cukup hanya mempelajari produk tetapi menekankan bagaimana produk itu diperoleh, baik sebagai proses ilmiah maupun pengembangan sikap ilmiah siswa. Untuk itu hasil belajar tidak hanya terbatas pada ranah kognitif, tetapi juga ranah psikomotor dan ranah afektif. Keterampilan psikomotor sangat penting untuk diajarkan karena dari keterampilan ini, siswa akan lebih mengetahui dan memahami apa yang telah mereka pelajari.

Salah satu permasalahan penting dalam pembelajaran Fisika adalah rendahnya kualitas pembelajaran peserta didik. Kualitas proses dan hasil belajar Fisika ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya ketersediaan sarana laboratorium untuk pelaksanaan eksperimen. Kegiatan eksperimen merupakan hal yang penting dalam pembelajaran Fisika, karena aspek produk, proses, dan sikap peserta didik dapat lebih dikembangkan. Samsudin, et. al., (2012) menyatakan bahwa melalui kegiatan laboratorium (bereksperimen) dapat melatih sikap ilmiah peserta didik dalam memahami konsep pelajaran.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah sumber daya yang mencakup bahan dan peralatan, ruang dan perabot, serta teknisi. Selain itu, tidak semua percobaan dapat dilakukan bukan hanya karena tidak ada alatnya, tetapi karakteristik percobaan itu sendiri yang melibatkan proses dan konsep-konsep abstrak, sehingga diperlukan sebuah alternatif agar kegiatan percobaan termasuk pada konsep-konsep abstrak tetap dapat dilakukan.

Laboratorium Virtual adalah berupa software komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan modeling peralatan komputer secara

matematis yang disajikan melalui sebuah simulasi. Laboratorium Virtual diperlukan untuk memperkuat pemahaman konsep dalam proses pembelajaran. Laboratorium Virtual bukanlah pengganti tetapi bagian dari Laboratorium riil yang digunakan untuk melengkapi dan memperbaiki kelemahan - kelemahan yang ada. Laboratorium Virtual mungkin tidak perlu komprehensif, namun pada prinsipnya adalah bentuk upaya pengintegrasikan TIK dalam kurikulum pembelajaran IPA dengan tujuan: (1) memberikan alat kepada siswa untuk bekerja dalam IPA; (2) memberikan kesempatan kepada siswa dalam rangka memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang IPA, bila dibandingkan dengan pengajaran konvensional yang telah diperolehnya; (3) mendorong siswa untuk mengungkap permasalahan IPA dalam cara yang sama dengan bagaimana para ahli bekerja dalam konteks penelitiannya.

Laboratorium virtual merupakan salah satu media pembelajaran yang berhubungan dengan TIK. TIK memiliki peran penting sebagai salah satu sumber belajar yang dapat dimanfaatkan oleh guru maupun peserta didik dalam memperoleh pengetahuan secara efektif dan efisien (Maliza, et. al., 2011). TIK digunakan sebagai media pendukung untuk menciptakan pembelajaran yang berkualitas (Gora & Sunarto, 2013). Dengan memanfaatkan teknologi informasi melalui pelaksanaan kegiatan laboratorium pada komputer (*virtual laboratory*), yang memanfaatkan teknologi multimedia, baik dalam bentuk tutorial maupun simulasi komputer dapat mengatasi keterbatasan dalam pengajaran tersebut. Model pembelajaran multimedia interaktif adalah proses pembelajaran dimana penyampaian materi, diskusi, dan kegiatan pembelajaran lain dilakukan melalui media komputer. Saputra & Purnama, (2011) menjelaskan pada Sistem pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif, pengajar akan selalu dituntut untuk kreatif inovatif dalam mencari terobosan pembelajaran mampu mengabungkan antara *text*, gambar, audio, musik, animasi gambar atau video dalam satu kesatuan yang saling mendukung guna tercapainya

tujuan pembelajaran mampu menimbulkan rasa senang selama proses belajar mengajar berlangsung. Hal ini akan menambah motivasi mahasiswa selama proses belajar mengajar hingga didapatkan tujuan pembelajaran yang maksimal.

Media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai alat bantu berupa fisik maupun nonfisik yang digunakan sebagai perantara antara guru dan peserta didik dalam memahami materi pelajaran secara lebih efektif dan efisien. Menurut Gundogdu, Silman dan Ozan (2011) melalui media komputer, materi pelajaran dapat lebih cepat diterima peserta didik secara utuh serta menarik minat mereka untuk belajar lebih lanjut. Penggunaan media komputer dalam pembelajaran, guru memainkan peran penting sebagai fasilitator untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran (Kutluca, 2010).

Mahanta & Sarma (2012) Laboratorium Virtual (Lab-Vir) memanfaatkan komputer untuk mensimulasikan sesuatu yang rumit, perangkat percobaan yang mahal atau mengganti percobaan di lingkungan berbahaya. Menurut Martı´nez, et. al., (2011) Lab-Vir memungkinkan peserta didik memvisualisasikan dan berinteraksi dengan fenomena yang akan mereka alami jika melakukan percobaan di laboratorium nyata. Selanjutnya, Dobrzański & Honysz (2011); Tatli & Ayas, (2012) bahwa Lab-Vir sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Sehingga, Lab-Vir dapat didefinisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah.

Karakteristik pembelajaran menggunakan laboratorium virtual yaitu menciptakan lingkungan belajar yang terbuka dan fleksibel (Babateen,

2011). Sumber belajar tidak hanya berasal dari buku atau guru saja melainkan dari berbagai macam sumber. Pembelajaran menggunakan laboratorium virtual dilakukan secara menyeluruh melalui kelompok kecil atau individu sehingga terjadi komunikasi aktif antara siswa dan guru. Selain itu, dengan adanya laboratorium virtual terjadi kesinambungan antara aspek teori dan praktik.

Laboratorium virtual dapat menjadi alternatif dalam mengatasi masalah yang timbul pada laboratorium nyata. Pemanfaatan komputer sebagai media praktikum melalui fitur-fitur yang tersedia memberikan suasana yang lebih hidup dan menarik. Finkelstein *et al.* (2005) dalam penelitiannya tentang studi simulasi komputer sebagai pengganti perlengkapan laboratorium menemukan bahwa siswa menjadi lebih pandai dalam pelajaran tertentu jika mereka melibatkan waktu yang cukup dalam pembelajaran menggunakan multimedia interaktif baik secara mandiri maupun kolektif.

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengembangan laboratorium virtual ini adalah VRML (*Virtual Reality Modelling Language*). Menurut Bachtiar sebagaimana dikutip oleh Anas *et al.* (2006) VRML merupakan suatu format file untuk menggambarkan objek tiga dimensi di dalam dunia semu yang dapat dikendalikan oleh pengguna (*user*). Keunggulan program 3D VRML yaitu ukuran filenya yang relatif kecil dibandingkan dengan animasi 3D lainnya sehingga proses *loading*nya tidak memerlukan waktu yang lama.

Laboratorium Virtual merupakan bentuk tiruan dari sebuah laboratorium IPA riil yang digunakan dalam aktivitas pembelajaran ataupun penelitian secara ilmiah guna menekankan sebuah konsep atau mendalami sebuah konsep - konsep IPA. Di dalam laboratorium virtual terdapat beberapa bagian penting, antara lain :

1. Pemodelan

Pemodelan adalah proses dimana kita membangun representasi ini (Cristian dan Esquembre, 2007). Modeling digunakan untuk memperbaiki kekurangan pada proses pembelajaran yang mengedepankan metode ceramah dan latihan soal, karena pada prinsipnya pemodelan atau modeling digunakan dengan mengajak siswa atau peserta didik dalam mendesain secara fisik yang diperlukan dalam proses untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi sebuah fenomena.

2. Simulasi

Merupakan program komputer yang mereproduksi fenomena alam melalui visualisasi dari sebuah model. Simulasi dapat membantu siswa dalam mempelajari model fenomena alam dalam dunia nyata yang memiliki perilaku sistem kompleks. Simulasi juga dapat membantu siswa untuk memahami dunia konseptual dari ilmu pengetahuan melalui animasi, yang dapat meningkatkan pemahaman dari konsep ilmiah yang abstrak. Bahwa pada setiap kasus ditunjukkan dengan simulasi adalah sesuatu yang produktif atau bahkan sangat produktif, karena dapat mengembangkan pemahaman konseptual siswa secara riil (Finkelstein et al., 2006).

Sama seperti simulasi pada umumnya, Virtual Laboratory dimaksudkan untuk menanamkan konsep dimana proses yang harus dilakukan adalah persiapan (preparation), tampilan virtlab (performance), dan evaluasi proses eksperimen (evaluation). Sejalan dengan ini, Harms mengungkapkan bahwa *“virtual laboratories, like simulations, are intended to transfer conceptual and procedural knowledge. Since this knowledge refers to the preparation, the performance and the evaluation of laboratory experiments, it is necessary to impart both background knowledge and also knowledge referring to actually carrying out the*

experiment ". Virtual Laboratory merupakan situasi interaktif dan kompleks untuk memecahkan persoalan dalam bentuk simulasi secara berkelompok oleh para peneliti.

Fungsi Virtual Lab

Menurut Yuniarti, dkk (2012) Virtual Lab sebagai media pembelajaran berbasis komputer sebagai solusi untuk mensimulasikan kegiatan percobaan di laboratorium. Adapun menurut Henlenti, dkk (2014) Virtual Lab dapat digunakan untuk mentransfer pengetahuan baik yang konseptual maupun yang prosedural. Virtual Lab dapat digunakan untuk mengatasi terbatasnya alat dan zat kimia untuk praktikum, dapat memberikan visualisasi bagaimana praktikum itu dilakukan (Haryanto, 2013).

Virtual Lab sebagai suatu produk inovasi media pembelajaran berbasis komputer dan teknologi dapat diterapkan di sekolah dengan teknologi informasi dalam proses pembelajarannya. Virtual Lab lebih murah, aman dan cocok digunakan oleh siswa yang memiliki gaya belajar visual karena siswa dapat mengeksplorasi Virtual Lab sesuai kecepatan dan kebutuhannya. Virtual Lab sangat berguna sebagai media untuk mengajar yang aman dan murah (Jian, dkk, 2005; Saleh, dkk, 2009; Dobrzanski & Honysz, 2010)

Terdapat empat manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya virtual laboratory :

1. Akses yang fleksibel.

Mungkin manfaat yang paling sering dikutip dari pembelajaran online adalah akses yang fleksibel, dimana siswa dapat melakukan pembelajaran dengan nyaman dan fleksibel kapan dan di mana mereka belajar dengan sebaik-baiknya. Tentu saja hal tersebut juga berlaku untuk laboratorium virtual dimana peserta didik dapat melakukan eksperimen pada waktu yang ditentukan oleh siswa sendiri. Dalam

beberapa kasus, laboratorium virtual mungkin digunakan pada pembelajaran kelas reguler yang menyempitkan manfaat virtual lab namun tetap memungkinkan fleksibilitas bagi guru yang tidak dibatasi dengan menggunakan sumber daya, dalam batasan waktu yang ketat.

2. Adanya umpan balik seketika

Siswa dapat mengulang eksperimen di tempat saat mereka masih dalam mode berpikir kritis. Semua hasil dicatat, membuat komunikasi antar guru dan siswa menjadi lebih efisien pula. Percobaan tidak lagi memiliki pilihan "satu kesempatan" dan siswa dapat menganalisis apa yang salah dan segera mencobanya kembali.

3. Perlengkapan kelas atas

Anak-anak sekolah dan siswa yang menggunakan lab virtual memiliki akses ke teknologi mutakhir dalam hal eksperimen. Perusahaan yang membangun dan memelihara laboratorium virtual harus bersaing satu sama lain untuk tetap berada di depan kemajuan teknologi dan meningkatkan kualitas pilihan bagi siswa. Dengan lab virtual, siswa tidak harus menyelesaikan peralatan usang namun mahal karena sekolah tidak mampu untuk menggantinya secara konsisten.

4. Biaya lebih rendah

Ada biaya yang terkait dengan penggunaan lab virtual namun biaya modal dan perawatan dikurangi secara drastis. Alih-alih satu sekolah mengelompokkan tagihan untuk sumber daya, biaya dibagi di antara klien lab virtual tertentu. Hal ini memungkinkan sekolah untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih baik bagi siswa dengan biaya yang lebih rendah.

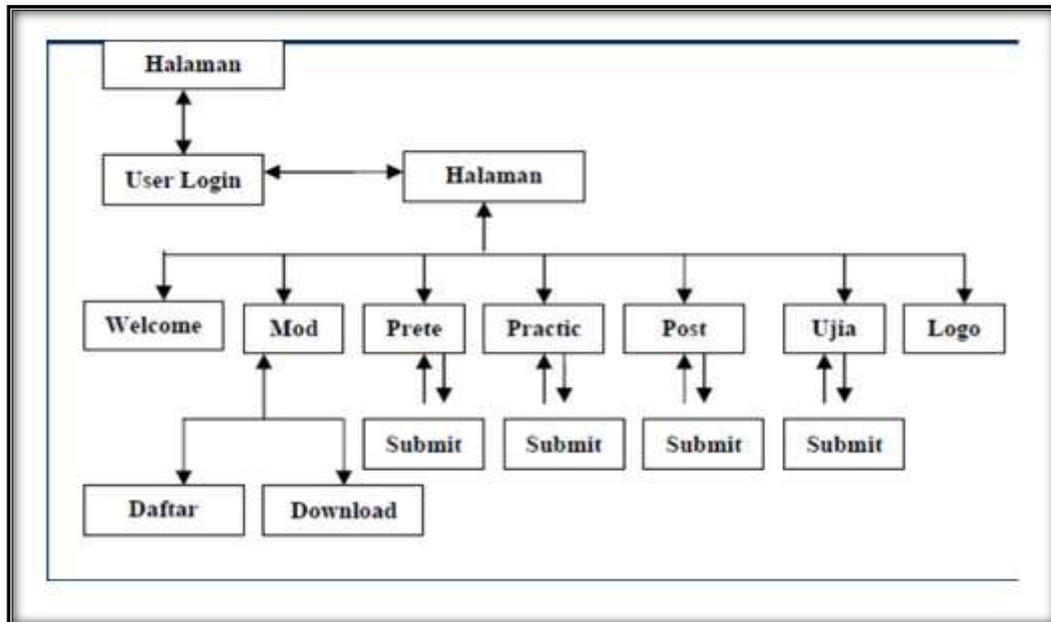
Konsep Dasar Virtual Lab

Kegiatan Virtual Laboratory merupakan bagian dari e-learning, sehingga konsep Virtual Laboratory tidak jauh berbeda dengan konsep e-learning. E-learning merupakan bentuk pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran berupa internet atau komputer. Dalam proses e-learning biasanya digunakan multimedia interaktif. Virtual Laboratory juga merupakan bagian dari multimedia interaktif.

Virtual lab adalah merupakan sistem yang dapat digunakan untuk mendukung sistem praktikum yang berjalan secara konvensional. Diharapkan dengan adanya Virtual-Lab ini dapat memberikan kesempatan kepada mahasiswa khususnya untuk melakukan praktikum melalui akses internet sehingga mahasiswa tersebut tidak perlu hadir untuk mengikuti praktikum. Hal ini menjadi pembelajaran efektif karena mahasiswa dapat belajar sendiri secara aktif tanpa bantuan instruktur ataupun asisten seperti sistem yang berjalan. Dengan format tampilan berbasis web cukup membantu mahasiswa untuk dapat mengikuti praktikum secara mandiri.



Gambar 1.1 Konsep dasar Virtual-Lab.

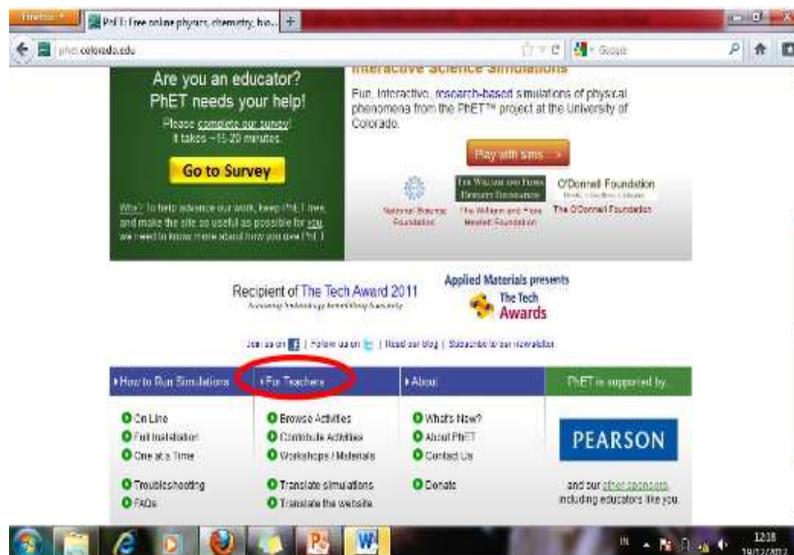


Gambar 1.2 Desain Virtual-lab.

Perkembangan Laboratorium Virtual di dunia sangat cepat. Saat ini mayoritas Laboratorium Virtual terbesar sudah terpasang berbasis web atau online, tetapi banyak juga yang masih dikembangkan secara offline. Dengan semakin banyaknya Laboratorium Virtual yang bisa diakses secara gratis atau bahkan bisa di download. Salah satu tampilan Laboratorium Virtual tentang pembelajaran IPA secara interaktif dari “University of Colorado”. Cara memanfaatkan freeware dari University of Colorado berupa phet.colorado.edu.



- Langkah pertama dengan mengakses phet.colorado.edu
- Klik for teachers pada bagian home page



- Kemudian klik simulations



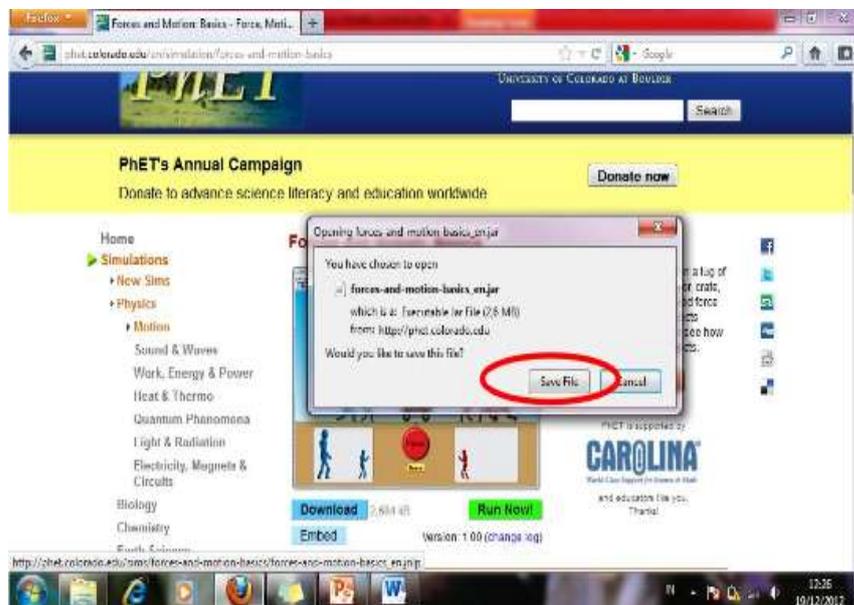
- Klik simulation yang dipilih



- Selanjutnya klik download



- Akan muncul halaman berikut, kemudian klik save file



- File download akan tersimpan otomatis jika sudah mempunyai program java

Kelebihan dan Kelemahan Virtual Lab

Menurut tim Laboratorium Digital Arsitektur (2010), keunggulan laboratorium maya (Virtual Lab) ini antara lain:

1. Mengandalkan peralatan komputer yang bersifat serbaguna (dapat digunakan untuk menulis, menggambar hingga mensimulasikan fenomena nyata).
2. Mempunyai kemampuan hampir tak terbatas dalam permodelan karena tidak tergantung oleh kondisi alam nyata (skala, grafitasi, ketersediaan bahan, dll).
3. Relatif lebih murah pengadaan, perawatan, dan operasionalnya dibandingkan laboratorium konvensional.
4. Relatif lebih aman (dari bahaya, api, gas, basah, dll)
5. Tidak membutuhkan tenaga kerja yang banyak untuk pengoperasiannya.
6. Memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat, presisi serta cepat.

Keunggulan Virtual Lab juga disampaikan oleh Chan (2009) yaitu:

1. Dapat digunakan kapan saja dan dimana saja
Karena dalam bentuk software maka virtual lab ini dapat digunakan dimana saja dan kapan saja tanpa perlu menggunakan laboratorium
2. Mengajak siswa untuk mempunyai kesempatan lebih dalam melakukan eksperimen khususnya dalam keterbatasan waktu, kerumitan eksperimen dan resiko kecelakaan
3. Meningkatkan antusiasme belajar siswa melalui interaktivitas
Virtual lab merupakan software simulasi sehingga menarik perhatian siswa untuk belajar.
4. Meningkatkan kemampuan penggunaan IT
Dengan sering menggunakan virtual lab kemampuan siswa dalam menggunakan IT akan meningkat dengan sendirinya.

5. Menghubungkan dan memperkuat teori yang didapat di kelas lebih efektif dalam hal biaya khususnya percobaan dengan tingkat kesalahan yang tinggi
6. Mampu memberikan umpan balik.
Virtual lab ini mampu memberikan umpan balik kepada siswa yang mempelajari yang disimulasikan oleh virtual lab.

Menurut Farreira (2012) kelemahan dalam pemanfaatan laboratorium virtual adalah kurangnya pengalaman secara riil di laboratorium nyata dan keterampilan dalam mengoperasikan komputer sehingga terjadi kebingungan peserta didik dalam merangkai alat dan mengoperasikannya, laboratorium virtual tidak memberikan pengalaman di lapangan secara nyata, dan tidak berpengaruh apapun terhadap keterampilan kinerja siswa dalam kegiatan praktikum.

Saat kegiatan praktikum di laboratorium Virtual siswa akan mengalami :

1. Pengenalan alat. siswa ditunjukan langsung oleh guru, agar untuk praktikum dapat dilakukan secara mudah. Karakteristik program laboratorium virtuil sebagai berikut : a) Berisi alat-alat laboratorium yang dapat berfungsi sebagaimana alat-alat riil. b) Dapat dirangkai menjadi puluhan percobaan atau desain teknologi sederhana. c) Sangat mudah dioperasikan, satu pemakai dapat satu komputer atau satu komputer untuk dua atau tiga pemakai. d) Dalam program ini aktivitas 100% ditangan pemakai, pemakai bebas melakukan eksplorasi / eksperimen.
2. Pengukuran. Kompetensi yang dikembangkan pada pembelajaran dengan laboratorium virtuil antara lain : a). Melakukan Pengamatan, b) Melakukan proses IPA, c) Memecahkan masalah, d) Membuat desain teknologi sederhana, e) Bernalar, f) Bersikap ilmiah.
3. Pengamatan pada laboratorium virtuil Siswa mengamati : a). Bekerja secara mandiri, dengan sedikit mungkin bantuan guru. b). Dapat

- berdiskusi dengan teman dekat. c). Umpan balik dilakukan secara baik oleh respon alat maupun kunci dari guru. Siswa dapat langsung membaca angka-angka pada alat, dapat melihat kejadian yang terjadi, juga dapat mendengar suara melalui sound pada komputer.
4. Percobaan dengan menggunakan laboratorium virtuil. Siswa dapat melakukan percobaan sendiri berdasarkan petunjuk praktikum bahkan siswa dapat mengembangkannya sendiri dari petunjuk praktikum yang ada.

Metode percobaan laboratorium virtual adalah metode pemberian kesempatan pada anak didik perorangan atau kelompok untuk melakukan suatu proses percobaan dalam laboratorium melalui program di dalam komputer, dalam program tersebut telah tersedia peralatan-peralatan seperti dalam laboratorium riil yang dapat dijalankan dengan program yang ada.

Laboratorium virtual berbeda dengan laboratorium real, pada laboratorium virtual alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum adalah seperangkat komputer lengkap dengan software yang dirancang khusus untuk kegiatan eksperimen. Software ini berisi animasi - animasi alat bahan dan desain untuk kegiatan eksperimen, dengan menggunakan media komputer sebagai media pembelajaran, harus direncanakan secara sistematis agar pembelajaran dan penggunaan komputer dapat berjalan dengan efektif. Pembelajaran dengan menggunakan komputer perlu direncanakan dengan baik agar (1) Menumbuhkan minat peserta didik; (2) Menyampaikan materi baru; (3) Melibatkan peserta didik secara aktif; (4) Mengevaluasi tingkat pemahaman siswa; (5) Menetapkan tindak lanjut.

Berkenaan dengan masalah biaya, bagi sekolah penggunaan laboratorium virtual tidaklah mahal, hal itu akan sangat terasa apabila alat

dan bahan yang dipergunakan untuk melakukan eksperimen di laboratorium

real mahal (tidak terjangkau). Untuk dapat mengaplikasikannya hanya dibutuhkan seperangkat komputer dan softwarena. Sedangkan menurut Bekir Bayrak (2007) mengatakan bahwa “tidak ada perbedaan hasil belajar yang nyata antara arahan laboratorium dengan arahan komputer”, artinya belajar dengan menggunakan komputer pada laboratorium virtual sama efektifnya dengan belajar menggunakan laboratorium real.

Jenis Laboratorium Virtual

Laboratorium virtual dapat dibedakan menjadi dua tipe utama yaitu laboratorium berdasarkan simulator dan laboratorium yang berbasis pada peralatan hardware yang nyata baik 2-D maupun 3-D.

1. Laboratorium berdasarkan simulator

Tipe pertama didasarkan pada set model perangkat lunak yang merupakan objek atau sistem dalam tingkat abstraksi tertentu. Satu - satunya masalah di sini adalah dengan keakuratan perilaku simulator. Sangat sering benda nyata berbeda dari model abstrak mereka. Hal ini karena model abstrak yang dikembangkan menjadi sederhana dan untuk membantu siswa untuk memahami dasar - dasar. Kebanyakan dari mereka tidak dapat mewakili semua fitur dari objek simulasi.

2. laboratorium yang berbasis pada peralatan hardware yang nyata baik 2-D maupun 3-D

Jenis kedua laboratorium virtual yang mencakup sebagian besar kualitas jenis pertama dan memungkinkan pendekatan ini untuk yang klasik. Di setiap kelas terdapat rak - rak dengan peralatan yang tidak dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh dan tidak dapat diakses bagi para siswa sepanjang waktu. Jadi menggabungkan klasik dengan belajar yang modern memungkinkan akses remote ke peralatan nyata dapat meningkatkan fleksibilitas proses pengajaran dan penggunaan

laboratorium nyata. Menggunakan teknologi perangkat lunak dan jaringan menyediakan akses yang terhubung ke peralatan. Lingkungan virtual, bernama laboratorium virtual, bervariasi dari halaman web statis dengan video dan teks hingga ke halaman yang dinamis dengan lingkungan canggih, kolaboratif authoring (Emigh & Herring, 2005), video on demand, pertemuan virtual, dan banyak fitur lainnya. Laboratorium virtual ini juga dapat memungkinkan akses jarak jauh terhadap instrumen pengukuran, kamera video, mikrofon, rangkaian listrik dan mekanik, reaksi kimia, percobaan biologi, dan sebagainya. Motivasi untuk implementasi laboratorium virtual termasuk, tetapi tidak terbatas pada:

1. Keterbatasan pada sumber daya dan ruang dalam laboratorium dunia nyata. Jenis keterbatasan dapat menyebabkan keterlambatan dalam kegiatan belajar siswa, yang mungkin menghadapi situasi di mana mereka harus bersaing atau menunggu ketersediaan sumber daya yang diberikan, selain fakta bahwa percobaan seseorang dapat terganggu sebelum menyimpulkan, karena kebutuhan sumber daya terbagi.
2. Kemungkinan berbagi peralatan biasanya mahal.
3. Stimulus untuk kolaborasi penelitian atau bekerja dalam kelompok independen jarak fisik mereka.
4. Keberadaan lingkungan belajar di luar sekolah, yang memungkinkan siswa untuk berpartisipasi atau mengembangkan proyek mereka sendiri bersama - sama dengan siswa lain di waktu luang mereka.

Keragaman model dan struktur untuk laboratorium virtual adalah sangat luas dan bervariasi sesuai dengan sifat proyek diteliti, tujuan, dan teknologi yang terlibat diantaranya adalah :

1. Phet

PheT adalah sebuah aplikasi simulasi fisika berbasis website (*online* dan *offline*) buatan University of Colorado, USA yang menawarkan

sebuah pengalaman baru simulasi fisika yang interaktif dan menyenangkan. Aplikasi PhET resmi dirilis bagi masyarakat luas khususnya bagi dunia pendidikan, setelah melalui tahapan penelitian dan pengembangan intensif yang ditujukan guna merancang sebuah aplikasi yang mampu memvisualisasikan simulasi fenomena fisika secara lebih riil dan mudah dipahami siswa.

Tim pengembang/*developer* PhET meyakini bahwa pendekatan yang dilakukan dalam merancang simulasi berbasis penelitian telah menggabungkan antara hasil penelitian sebelumnya yang sudah layak dan terverifikasi dengan berbagai temuan baru yang menarik. Dengan mempelajari simulasi tersebut memungkinkan siswa untuk meneliti hubungan antara fenomena fisis yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dengan teori fisika yang mendasarinya serta dapat mendorong siswa untuk memperdalam pemahaman dan apresiasinya terhadap dunia fisik.

Untuk membantu pemahaman konsep fisika yang masih abstrak di benak siswa, aplikasi PhET menyajikannya melalui visualisasi simulasi dalam bentuk tampilan grafis interaktif yang mudah dijalankan. Siswa dapat menggunakan kontrol intuitif seperti *click and drag* (klik dan geser), slide, dan tombol radio (*radio button*) yang disediakan oleh aplikasi. Dan untuk lebih mendorong eksplorasi dan pendalaman materi, aplikasi PhET menyediakan berbagai instrumen pengukuran seperti penggaris, stopwatch, voltmeter dan termometer yang kesemuanya dalam bentuk virtual.

Salah satu pengalaman interaktif siswa dalam memanfaatkan aplikasi PhET adalah: secara *real time* aplikasi akan menayangkan visualisasi simulasi dalam bentuk animasi grafis yang cukup menarik. Setiap tahapan simulasi dapat dengan mudah dipelajari *step by step* oleh siswa. Disamping itu, siswa dapat mengatur intensitas, frekuensi maupun komponen-komponen percobaan lainnya. Keseluruhan proses

simulasi yang ditampilkan oleh aplikasi mengikuti perintah dan input data pengguna. Kontrol intuitif simulasi sepenuhnya berada di tangan pengguna (siswa).

Diharapkan dari pengalaman memanfaatkan aplikasi simulasi interaktif semacam PhET, siswa secara efektif akan mampu menyerap, memahami dan mendapatkan gambaran yang lebih jelas berbagai gejala fisika yang sedang diamati. Siswa kemudian mampu membangun logika hubungan sebab-akibat yang nyata terhadap berbagai representasi fenomena fisis yang saling berhubungan (misalnya konsep mengenai gerak benda, grafik, dll).

Untuk mencapai efektifitas pembelajaran, seluruh simulasi dalam aplikasi PhET telah secara intensif melewati tahap pengujian dan evaluasi konten oleh Tim Pengembang. Uji *software* meliputi wawancara dengan para pengguna yakni para siswa yang ditujukan untuk memperoleh informasi mengenai opini, kesan dan saran atau masukan atas performa aplikasi. Dengan adanya saran dan masukan dari pengguna, Tim Pengembang akan mengevaluasi tingkat kelayakan aplikasi dan selanjutnya melakukan perbaikan dan pengembangan aplikasi di masa mendatang.

Aplikasi telah diuji cobakan secara langsung dalam berbagai kesempatan, antara lain dalam perkuliahan, kerja kelompok, pemberian pekerjaan rumah dan praktikum siswa. Sistem rating dibuat oleh Tim pengembang dan telah dicantumkan di website resmi PhET. Rating tersebut memperlihatkan skor dan tingkat uji untuk setiap simulasi. Seluruh simulasi PhET yang berjumlah ribuan dapat di unduh secara gratis dan dapat diakses secara online maupun offline.

Aplikasi PhET ditulis dalam bahasa pemrograman Java dengan dukungan animasi Macromedia Flash. Aplikasi dapat diijalankan menggunakan web browser standar (Mozilla Firefox, Google Chrome,

Opera, Internet Explorer 8, Safari) dengan terlebih dahulu menginstal Macromedia Flash dan Java.

2. Electronics Workbench

EWB (Electronic WorkBench) adalah salah satu jenis software elektronika yang digunakan untuk melakukan simulasi terhadap cara kerja dari suatu rangkaian listrik dan para master elektronika umumnya mengenal program ini untuk membuat skema rangkaian elektronika. Perlunya simulasi rangkaian listrik adalah untuk menguji apakah rangkaian listrik itu dapat berjalan dan sesuai dengan pendekatan teori yang digunakan pada buku-buku elektronika, tanpa harus membuat rangkaian listrik itu secara nyata.

simulasi yang dilakukan dalam aplikasi EWB adalah simulasi yang menghasilkan keluaran yang ideal. Maksudnya keluaran yang tidak terpengaruh oleh faktor-faktor ketidak idealan seperti gangguan (dikenal dengan noise dalam elektronika) seperti halnya gangguan yang sering terjadi pada rangkaian listrik yang sebenarnya (nyata). Electronics workbench (EWB) memiliki beberapa menu seperti, Basic, Sources, Diodes, Mixed ICs, Transistors, Analog ICs, Reference , DigitalICs, Indicators dan masih banyak lagi menu yang terdapat pada EWB.

Adapun keuntungan menggunakan simulasi software Electronics Workbench antara lain :

- Tidak perlu banyak dana dan waktu untuk membeli IC atau komponen lain yang diperlukan.
- tidak perlu susah payah keluar mencari IC di toko elektronik.
- Tidak perlu menyolder sehingga waktu Anda tidak terbuang sia-sia.
- Bisa melakukan pengukuran langsung instrumen tersedia pada Electronics Workbench

Penggunaan EWB haruslah didukung oleh pengetahuan dasar tentang elektronika. Software ini menggunakan sistem GUI (Graphic User Interface) seperti halnya Windows sehingga pemakai software yang

sudah memahami pengetahuan dasar elektronika akan mudah menguasai penggunaan software ini.

5. Kemungkinan mengembangkan berbagai percobaan di lokasi yang berbeda.
6. Pengawasan terencana dan intervensi dalam eksperimen berbahaya, sehingga membantu untuk mencegah kecelakaan.

Penelitian dan Pengembangan Virtual Lab

Menurut I Ketut Gede Darma Putra (2009), Laboratorium merupakan tempat bagi peserta didik untuk melakukan eksperimen-eksperimen dari teori yang telah diberikan di kelas. Fungsi dari eksperimen itu sendiri sebagai penunjang pembelajaran guna meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap suatu materi yang telah dipelajari. Namun karena keterbatasan biaya dalam penyediaan peralatan laboratorium dan biaya operasional laboratorium yang mahal maka pembelajaran berbasis *virtual lab* dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti untuk mengeliminasi keterbatasan perangkat laboratorium tersebut.

Menurut Russel *et al.* (1997), dalam kegiatan pembelajaran, pengajar sebaiknya membantu peserta didik untuk mengembangkan pemahamannya dengan memberikan: arahan dan organisasi untuk belajar, motivasi belajar, penjelasan konsep yang tidak mudah dipelajari sendiri oleh peserta didik, kegiatan yang dapat membantu peserta didik mengenali (menyadari) dan memperbaiki miskonsepsi, dan kesempatan untuk memberi arahan dalam pemecahan masalah. Visualisasi dari fenomena fisika dan konsep-konsepnya yang terkait dengan animasi di tingkat mikroskopik, serta simulasi terkait dengan contoh-contoh keseharian peserta didik dapat menambah pengetahuan peserta didik secara visual dan menstimulus lebih banyak peserta didik untuk mencapai tingkat pemahaman yang tinggi mengenai konsep ilmu fisika.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Hamidah (2008) didapatkan gambaran bahwa peserta didik lebih termotivasi untuk mempelajari konsep fisika bila disertai dengan visualisasi konsep-konsep yang abstrak. *Virtual lab* paling ideal dijalankan di internet, sehingga peserta dapat melakukan percobaan darimana dan kapan saja. Namun demikian dapat juga dijalankan dalam lingkungan intranet atau komputer *standalone*. Dengan *virtual lab* gedung maupun alat lab fisik diubah menjadi komputer dan piranti lunak *virtual lab* (I Ketut Gede Putra D, 2009). *virtual lab* dapat digunakan sebagai alternatif untuk membantu manusia dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan manusia, menyelesaikan masalah, memperkirakan berapa pilihan penyelesaian dan mengimplementasikan penyelesaian.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Prihatiningsih dkk. (2013), hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan simulasi *PhET* dan KIT mampu membuat peserta didik termotivasi yang mendorong peserta didik untuk meningkatkan aktivitas, peserta didik tertarik dan semangat dalam melakukan praktikum sehingga dapat menuntaskan hasil belajar, psikomotor peserta didik.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Yusuf dan Subaer (2013), hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan virtual laboratorium meningkatkan aktivitas belajar peserta didik, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Meilinda (2012), menunjukkan bahwa penerapan metode eksperimen pada mata pelajaran IPA dapat meningkatkan hasil belajar dan peserta didik lebih tertarik dan termotivasi dalam proses pembelajaran serta peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep-konsep IPA.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Sunyono dan Maryatun (2007) menyimpulkan bahwa dari siklus ke siklus yang telah dilakukan, pembelajaran kimia melalui metode eksperimen berbasis lingkungan dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam pembelajaran.

Penelitian yang telah dilakukan oleh hermansyah, dkk. (2015) dijelaskan bahwa proses belajar mengajar fisika materi pokok getaran dan gelombang dengan menggunakan laboratorium virtual dapat merangsang siswa untuk lebih aktif dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar. Suasana kelas menjadi lebih hidup dan siswa lebih bersemangat dalam mengikuti proses pembelajaran, karena siswa disini mengembangkan kreativitas mereka masing – masing. Dalam proses belajar mengajar siswa terlihat lebih aktif dalam hal mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan, hal ini menunjukkan siswa tertarik terhadap penggunaan laboratorium virtual.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, virtual lab dapat digunakan sebagai alternatif pengganti untuk mengeliminasi keterbatasan perangkat laboratorium dan mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik serta lebih tertarik dan termotivasi dalam proses pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Arief S. Sadiman. 1986. *Media Pendidikan Pengertian Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Pustekom Dikbud dan PT. Raja Grafindo Persada.
- Arsyad, Azhar. 2010. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Asnawir dan M. Basyiruddin Usman. 2002. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Ciputat Pers.
- Arsyad. 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Arsyad, Azhar. 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Aqib, Zainal. 2013. *Model-model, Media, dan Strategi Pembelajaran Kontekstual (Inovatif)*. Bandung: Yrama Widya.
- Arief S. Sadiman, dkk. (2006). *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatan*. Jakarta: Pustekom Dikbud.
- AH.Sanaky, Hujair. 2009. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Safiria Insania Press.
- Anitah , Sri . 2007. *Strategi Pembelajaran di SD* .Jakarta : Universitas Terbuka.
- Anas, A., Hardyanto, W., & Akhlis, I. 2006. *Pengembangan Program VRML (Virtual Reality Modelling Language) untuk E-learning berbasis Web Terintegrasi dalam PHP-MySQL Mata Kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa Pokok Bahasan Sistem Tata Surya*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 4(2).
- Briggs, leslie. 1977. *Instructional Desain Principles and Application*. New Jersey: Educational Technology Publication.
- Babateen, H.M. 2011. *The Role of Virtual Laboratories in Science Education. 5th International Conference on Distance Learning and Education IPCSIT*. Singapore: IACSIT Press.
- Bekir Bayrak. 2007. *To Compare the Effect of Computer Based Learning and The Laboratory Based Learning on Student's Achievement Regarding Electric Circuits*. Turkish Journal of Educational Technology. Vol 6
- Dobrzański, L. A. & Honysz, R. 2011. *Virtual examinations of alloying elements influence on alloy structural steels mechanical properties*.

- Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering*, 49 (2): 251–258.
- Finkelstein, N.D., Adams, W.K., Keller, C.J., Kohl, P.B., Perkins, K.K., Podolefsky, N.S., Reid, S. & LeMaster, R. 2005. *When Learning About The Real World is Better Done Virtually: A Study of Substituting Computer Simulation for Laboratory Equipment. Computer and Education. Physical Review Special topics-Physics Education Research*, 1(1): 1-8.
- Gagne, R. M.(1970a). *The Conditins of Learning. (2nd ed)*. New York: Holt,Rinehart and Winston.
- Gerlach dan Ely (1971). *Teaching & Media: A Systematic Approach. Second Edition, by V.S. Gerlach & D.P. Ely, 1980, Boston, MA: Allyn and Bacon. Copyright 1980 by Pearson Education.*
- Gora, Winastawan & Sunarto. (2013). *PAKEMATIK: Strategi Pembelajaran Inovatif berbasis TIK*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Heinich, R. et al. (2002). *Instructional media and technology for learning, 7th edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Hamalik, Oemar. 1986. *Media Pendidikan*. Bandung : Alumni.
- Hamalik, Oemar. 1989. *Media Pendidikan* .Bandung : Citra Aditya.
- Hanafiah, Nanang, dan Cucu Sahana. 2010. *Konsep Strategi Pembelajaran*. Bandung: Refika Aditama.
- Haryanto. 2013. *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Psikomotor Siswa Pada Praktikum Laju Reaksi Kelas XI IPA SMAN 7 Sarolangun*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Hermansyah dkk. 2015. *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Getaran Dan Gelombang*. Jurnal Pendidikan Fisika Ikip Mataram.
- Ibrahim, H. 1997. *Media pembelajaran: Arti, fungsi, landasan penggunaan, klasifikasi,pemilihan, karakteristik oht, opaque, filmstrip, slide, film, video, Tv, dan penulisan naskah slide. Bahan sajian program pendidikan akta mengajar III-IV*. FIP-IKIP Malang.
- Ibrahim, H., Sihkabuden, Suprijanta, & Kustiawan, U. 2001. *Media pembelajaran: Bahan sajian program pendidikan akta mengajar*. FIP. UM.

- I Ketut Gede Darma Putra .2009. *Pendidikan Berbasis Teknologi Informasi*. Rakorda Disdikpora Bali.
- Jian, B., D.J., dan Billet, E. 2005. *Development of A Virtual Laboratory Experiment for Biology*. European Journal of Open, Distance and Elearning. 1 (195): 1-8
- Kemp, J.E. dan Dayton, D.K. 1985. *“Planning and Producing Instructional Media”*. Cambridge: Harper & Row Publishers, New York.
- Kutluca, T. 2010. *Investigation of Teachers’ Computer Usage Profiles and Attitudes toward Computers*. International Online Journal of Educational Sciences, 2 (1): 81-97.
- Martínez, G., Francisco, L., Naranjo, A., ngel, L., Pe´rez, Suero, M. I., & Pardo, P. J. 2011. *Comparative study of the effectiveness of three learning environments: Hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory*. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 7 (2): 1-12.
- Maliza, S., Jack, S., Bohari, Z., & Jusoff, K. 2011. *Use of Information and Communication Technology in Enhancing Teaching and Learning*. International
- Mahanta, A. & Sarma, K.K. 2012. *Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup*. International Journal of Computer Applications, 52 (6): 44-48.
- Meilinda. 2012. *Upaya Peningkatan Hasil Belajar Peserta didik dengan Penerapan Metode Eksperimen pada Pembelajaran IPA di kelas V SD Negeri 02 Bermani Ilir*. Jurnal TEQIP. 1: 69-76.
- Musfiqon. 2012. *Pengembangan Media dan Sumber Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakaraya.
- Nasution. S. 2002. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksar
- Prihatin, Eka. 2008. *Guru Sebagai Fasilitator*. Karsa Mandiri Persada. Bandung.
- Prihatiningtyas, S., T. Prastowo dan B. Jatmiko. 2013. *Implementasi Simulasi Phet dan KIT Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Peserta didik pada Pokok Bahasan Alat Optik*. Jurnal Pendidikan IPA, 2(1):18-22
- Roestiyah, N.K. (1989). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Bina Aksara.
- Samsudin, A., Suhendi, E., Efendi, R., & Suhandi, A. 2012. Pengembangan “Cels” dalam Eksperimen Fisika Dasar untuk Mengembangkan

- Performance Skills dan Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (1): 15-25.
- Saputra, W., & Purnama, B. E. (2011). *Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Untuk Mata Kuliah Organisasi Komputer. Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 4(2).
- Schramm, Wilbur. (1977). *Big Media, Little Media, Tools and Technologies for Instruction*. London: Sage Publications
- Suprihatiningrum, Jamil. 2013. *Strategi Pembelajaran Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: AR-RUZZ MEDIA
- Sunyono dan S. Maryatun. 2007. Penerapan Metode Eksperimen Berbasis Lingkungan dalam Meningkatkan Aktivitas Belajar Peserta didik Kelas X Semester 1 SMA Swadhipa Natar. *Proceeding of The First International Seminar of Science Education*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tatli, Z., & Ayas, A. 2012. *Virtual Chemistry Laboratory: Effect Of Constructivist Learning Environment. Turkish Online Journal of Distance Education*, 13 (1): 183–199.
- Tatli, Z dan Ayas, A . 2012. *Virtual Chemistry Laboratory: Effect of Constructivist Learning Environment. Turkish Journal of Distance Education* .13 (1): 166.
- Yuniarti, F., Dewi, P., dan Susanti, R. 2012. *Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembinaan Virus. Jurnal Pendidikan Biologi Unnes* . 1(1): 28.