

PENGUNAAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Sardianto Markos Siahaan^{1,*}

¹Program Studi Pendidikan Fisika dan Program Magister Teknologi Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya

* *mr_sardi@yahoo.com*

Abstrak

Pembelajaran fisika tidak luput dari pesatnya kemajuan dibidang teknologi informasi dan komunikasi. Berbagai penelitian yang dilakukan terkait dengan pemanfaatan teknologi informasi ini menunjukkan meningkatnya hasil pembelajaran yang signifikan. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi ini akan optimal dalam pembelajaran fisika, apabila guru dapat meningkatkan kemampuan profesionalnya sebagai pengguna produk teknologi ini. Dalam pembelajaran fisika, guru dapat memadukan penggunaan laboratorium nyata dengan laboratorium maya (virtual) sehingga hasil belajar siswa menjadi maksimal.

Kata kunci: **teknologi informasi dan komunikasi, pembelajaran fisika**

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia telah mengalami perkembangan dalam tiga era atau zaman. Era yang pertama dikenal dengan era pertanian, era yang kedua dikenal dengan era teknologi industri dan era yang ketiga yakni abad 21 dikenal dengan era teknologi informasi dan komunikasi. Posisi pendidikan Indonesia saat ini berada pada transisi dari era teknologi industri ke era teknologi informasi dan komunikasi (TIK) atau juga dikenal dengan era e-learning. (Siahaan, 2012)

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah menyebabkan terjadinya proses perubahan dalam segala aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Kehadiran TIK dalam dunia pendidikan bukan saja sebagai mata pelajaran tetapi lebih dari itu telah melebur dalam semua mata pelajaran yakni dengan memanfaatkan TIK dalam kegiatan proses belajar mengajar. TIK sekarang ini memungkinkan terjadinya proses komunikasi yang bersifat global dari dan ke seluruh penjuru dunia sehingga batas wilayah suatu negara negara sekalipun menjadi tiada dan memungkinkan pelaksanaan pembelajaran jarak jauh yang disebut *distance learning*. Melalui pemanfaatan TIK, siapa saja dapat memperoleh layanan pendidikan dari institusi pendidikan mana saja, di mana saja, dan kapan saja dikehendaki. Secara khusus, pemanfaatan TIK dalam pembelajaran dipercaya dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan keterampilan siswa dalam memperluas akses terhadap sumber-sumber belajar, menjawab tuntutan "*ICT literate*" (melek teknologi informasi dan komunikasi), mengurangi biaya pendidikan, dan meningkatkan rasio biaya manfaat dalam pendidikan.

Pembelajaran fisika merupakan salah satu subsistem yang tidak luput dari arus perubahan yang disebabkan oleh kehadiran TIK yang sangat intrusif: Dengan segala atributnya, TIK menjadi hal yang tidak dapat dihindarkan lagi dalam sistem pembelajaran di kelas. Beragam kemungkinan ditawarkan oleh TIK untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di kelas. Di antaranya ialah (1) peningkatan dan pengembangan kemampuan profesional guru, (2) sebagai sumber belajar dalam pembelajaran, (3) sebagai alat bantu interaksi pembelajaran. dan (4) sebagai wadah pembelajaran, termasuk juga perubahan paradigma pembelajaran yang diakibatkan oleh pemanfaatan TIK dalam pembelajaran.

Bagaimana dampak TIK terhadap pembelajaran fisika, terutama hasil belajar fisika? Bagaimana mengoptimalkan pemanfaatan TIK dalam pembelajaran? Apa saja contoh pemanfaatan TIK dalam pembelajaran fisika? Semua itu akan dibahas dalam makalah ini.

Teknologi Informasi dan komunikasi dalam pembelajaran fisika

Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi menjadi sebuah cara yang efektif dan efisien dalam menyampaikan informasi. Teknologi informasi dan komunikasi memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam menampilkan fenomena fisika. Banyak hal abstrak atau imajinatif yang sulit dipikirkan siswa, dapat dipresentasikan melalui simulasi komputer. Latihan dan percobaan-percobaan virtual dapat dilakukan siswa dengan menggunakan program-program sederhana untuk penanaman dan penguatan konsep fisika dalam memecahkan masalah sehari-hari.

Dalam pembelajaran ilmu fisika, sebagian besar memerlukan media peraga atau alat penunjang untuk memudahkan pemahaman materi tersebut terutama untuk materi yang berhubungan dengan fenomena-fenomena alam. Di satu sisi, eksperimen merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk memudahkan pemahaman, tetapi dalam kenyataannya metode ini terdapat beberapa kendala diantaranya keterbatasan waktu yang tersedia, peralatan yang kurang memadai serta kurang responnya siswa terhadap apa yang sedang dihadapi. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan TIK sebagai media pembelajaran dalam bentuk media virtual atau multimedia interaktif. Dimana dengan media virtual ini siswa bisa melakukan eksperimen untuk membuktikan suatu teori dengan mudah, jelas, dan tepat.

Penggunaan multimedia merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menggambarkan fenomena-fenomena fisika secara jelas atau secara visual sehingga mudah untuk diamati dan dipahami. Berbagai keterbatasan dan kesulitan dalam pembelajaran dapat diatasi dengan menggunakan multimedia. Sebagai contoh, masih banyak sekolah yang tidak memiliki osiloskop. Walaupun ada, seringkali guru tidak menggunakannya dengan alasan takut rusak atau karena tidak ada pembangkit arus AC frekuensi rendah. Keterbatasan ini dapat di atasi dengan menggunakan multimedia Pesona Fisika. Pada penggunaan multimedia Pesona Fisika, juga dapat dilakukan praktikum secara virtual.

Pada masa yang akan datang, arus informasi akan makin meningkat melalui jaringan internet yang bersifat global di seluruh dunia dan menuntut siapapun untuk beradaptasi dengan kecenderungan itu kalau tidak mau ketinggalan jaman. Dengan kondisi demikian maka proses pembelajaran fisika tidak dapat terlepas dari keberadaan komputer dan internet sebagai alat bantu utama.

PERUBAHAN PARADIGMA TENTANG PEMBELAJARAN

Menurut Abdullah (2009) Ada 3 hal yang harus diwujudkan untuk dapat memanfaatkan TIK dalam memperbaiki mutu pembelajaran, yaitu (1) siswa dan guru harus memiliki akses kepada teknologi digital dan internet dalam kelas, sekolah, dan lembaga pendidikan guru, (2) harus tersedia materi yang berkualitas, bermakna, dan dukungan kultural bagi siswa dan guru, dan (3) guru harus memiliki pengetahuan dan ketrampilan dalam menggunakan alat-alat dan sumber-sumber digital untuk membantu siswa agar mencaqpai standar akademik. Sejalan dengan pesatnya perkembangan TIK, maka telah terjadi pergeseran paradigma tentang pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas. Dalam pandangan tradisional di masa lalu (dan masih ada pada masa sekarang), proses pembelajaran dipandang sebagai: (1) sesuatu yang sulit dan berat, (2) upaya mengisi kekurangan siswa, (3) satu proses transfer dan penerimaan informasi, (4) proses individual atau soliter, (5) kegiatan yang dilakukan dengan menjabarkan materi pelajaran kepada satuan-satuan kecil dan terisolasi, (6) suatu proses linear.

Pesatnya kemajuan dalam TIK telah mengakibatkan perubahan pandangan terhadap pembelajaran, yaitu pembelajaran sebagai: (1) proses alami, (2) proses sosial, (3) proses aktif dan pasif, (4) proses linear dan atau tidak linear, (5) proses yang berlangsung integratif dan kontekstual, (6) aktivitas yang berbasis pada model kekuatan, kecakapan, minat, dan kulkur siswa, (7) aktivitas yang dinilai berdasarkan pemenuhan tugas, perolehan hasil, dan pemecahan masalah nyata baik individual maupun kelompok.

Hal tersebut telah mengubah peran guru dan siswa dalam pembelajaran. Peran guru telah berubah dari: (1) sebagai penyampai pengetahuan, sumber utama informasi, ahli materi, dan sumber segala jawaban, menjadi sebagai fasilitator pembelajaran, pelatih, kolaborator, navigator pengetahuan, dan mitra belajar; (2) mengendalikan dan mengarahkan semua aspek pembelajaran, menjadi lebih banyak memberikan alternatif dan tanggung jawab kepada setiap siswa dalam proses pembelajaran. Sementara itu peran siswa dalam pembelajaran telah mengalami perubahan dari: (1) penerima informasi yang pasif menjadi partisipan aktif dalam proses pembelajaran, (2) mengungkapkan kembali pengetahuan menjadi menghasilkan dan berbagai pengetahuan, (3) pembelajaran sebagai aktivitas individual (soliter) menjadi pembelajaran berkolaboratif dengan siswa lain.

OPTIMALISASI PENGGUNAAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Suka atau tidak suka, kehadiran TIK khususnya dalam pembelajaran fisika pada saat ini sudah tidak mungkin dihindarkan lagi. Oleh karena itu, diperlukan kesiapan untuk menerima TIK, dan kemampuan untuk memanfaatkannya seoptimal mungkin. Optimalisasi pemanfaatan TIK dalam pembelajaran, memerlukan:

1. Visi Pembelajaran – yang menjelaskan bagaimana pembelajaran seharusnya: karakteristik, proses dan paradigmanya – di masa mendatang. TIK membawa perubahan dalam berbagai aspek pembelajaran, termasuk paradigma pembelajarannya. Apakah pembelajaran tetap berfokus pada materi dan tenaga pengajar ataukah pembelajaran yang diinginkan adalah yang berfokus pada siswa atau kompetensi? Apakah pembelajaran akan memiliki sifat fleksibel, dari sisi peserta pembelajaran serta akses? Apakah pembelajaran dipersepsikan memerlukan TIK? Dalam hal ini, perlu ada kejelasan isi pembelajaran yang memanfaatkan TIK, sehingga TIK dapat dimanfaatkan dengan optimal.

2. Realokasi sumber daya – hal ini sangat penting karena dari waktu ke waktu penerimaan setiap lembaga pendidikan relatif tidak meningkat. Untuk memanfaatkan TIK, yang memiliki *initial cost* yang sangat tinggi, diperlukan keberanian pimpinan Lembaga pendidikan untuk merealokasikan sumber daya sesuai dengan prioritas yang ditentukan. Alokasi sumberdaya ini dapat dibuat secara bertahap dan sistematis.

3. Strategi implementasi – Sesuai dengan alokasi sumberdaya yang dibuat bertahap, maka strategi implementasi pun perlu dilakukan secara bertahap dan sistematis. Pentahapan ini menjamin bahwa langkah yang dilakukan tidak terlalu besar sehingga dapat memutarbalikkan tradisi pembelajaran yang sekarang sudah berjalan dan banyak orang sudah merasa nyaman dengan hal itu. Pentahapan juga dapat memberikan gambaran tentang keuntungan dari pemanfaatan TIK. Contoh keberhasilan pemanfaatan TIK yang kemudian dapat dimanfaatkan kepada kasus-kasus lainnya, serta nilai tambah yang dapat diperoleh melalui pemanfaatan TIK adalah keterampilan tenaga pengajar dan keterampilan siswa dalam menggunakan berbagai *software*.

4. Infrastruktur – sarana dan prasarana menjadi sangat penting dalam upaya pemanfaatan TIK dalam pembelajaran. Pemanfaatan TIK sangat bergantung pada kehadiran perangkat keras pendukung, perangkat lunak, jaringan, serta sumberdaya manusia yang dapat mendukung. Jika salah satu tidak tersedia, maka pemanfaatan TIK tidak akan optimal.

5. Akses siswa kepada TIK – walaupun pemanfaatan sudah dirancang dengan sistematis dan cermat, jika siswa tidak atau belum memiliki akses terhadap TIK, maka pemanfaatan TIK akan menjadi beban semata. Jika memungkinkan, institusi pendidikan dapat menyediakan TIK yang dapat diakses oleh siswa atau institusi pendidikan dapat menjamin bahwa siswa dapat mengakses TIK misalnya melalui penyediaan sejumlah unit komputer dan *hotspot area (wifi)* di lingkungan sekolah atau kampus.

6. Kesiapan tenaga pengajar – pembelajaran merupakan proses untuk *knowledge production, knowledge transmission, dan knowledge application*. Sementara itu, TIK adalah alat yang dapat mempermudah dan mempercepat terjadinya proses tersebut. Oleh karena itu, guru perlu memiliki sikap dan pengetahuan yang jelas tentang TIK. TIK bukan hanya sebagai mata pelajaran, tetapi TIK juga melebur dalam setiap mata pelajaran. Peyiapan calon guru maupun yang sudah guru dimulai dari tahap penyadaran, sampai tahap adopsi dan pemanfaatan, melalui berbagai cara,

seperli: pelatihan, *learning by doing*, dan melanjutkan kuliah ke jenjang yang lebih tinggi. Penyiapan guru meliputi *computer* dan *internet literacy*, pengetahuan teknis dan operasional komputer dan internet, keterampilan merancang pembelajaran berbasis TIK keterampilan memproduksi media pembelajaran berbasis TIK, serta keterampilan mengintegrasikan TIK dalam sistem pembelajaran secara umum. Institusi pendidikan perlu melakukan penataan dalam rangka memberikan penghargaan bagi tenaga pengajar yang telah mulai berpartisipasi dalam pemanfaatan TIK, sebagai salah satu bentuk motivasi eksternal.

7. Kendali mutu dan penjaminan mutu – Inisiasi pembelajaran berbasis TIK perlu disikapi sebagai proyek pengembangan kualitas pembelajaran. Dalam hal ini, perencanaan secara konseptual maupun operasional merupakan syarat yang tidak dapat ditawar. Pemantauan inisiasi selama dilaksanakan juga merupakan mekanisme pengendalian mutu yang tidak dapat dihindarkan, kemudian evaluasi keberhasilan (*cost-effectiveness* dan *cost efficiency*) menjadi mata rantai akhir untuk menentukan sejauhmana pembelajaran berbasis TIK dapat memberikan hasil yang optimal. Perlu diyakinkan bahwa pembelajaran berbasis TIK akan memberikan hasil sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, bukannya berkurang atau menyimpang.

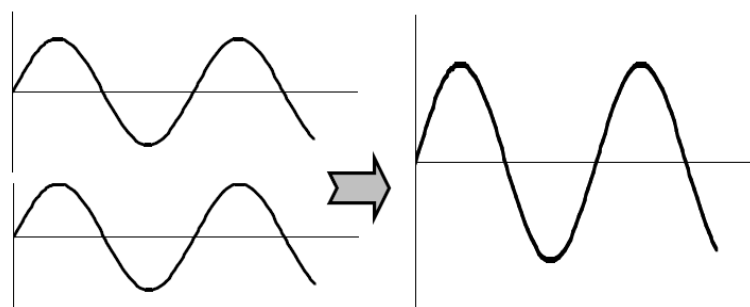
8. Kolaborasi dan konsorsium – pembelajaran berbasis TIK tidak mungkin berdiri sendiri. Kolaborasi dan pengembangan jejaring keahlian merupakan landasan dasar dari keberhasilan pembelajaran berbasis TIK. Artinya, dituntut kerjasama dari berbagai pihak dalam beragam peran untuk dapat mengembangkan pembelajaran berbasis TIK, melaksanakannya, serta mengevaluasi serta merevisi untuk kemudian meningkatkan kualitasnya. Kedelapan strategi tersebut memerlukan perencanaan dan juga sumberdaya yang tidak sedikit. Apakah kita mampu dan mau melakukan semua itu? Menurut Machiavelli dalam bukunya *The Prince*: “*There is nothing more difficult to plan, more doubtful of success, nor more dangerous to manage than the creation of a new order of things*”. Jika memang kita perlu berubah, maka kita dapat melakukannya.

MEMADUKAN LABORATORIUM NYATA DAN MAYA DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

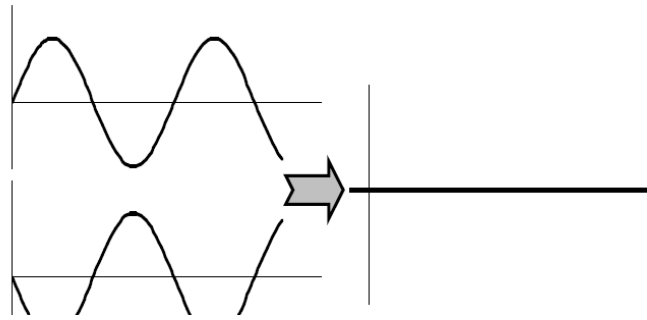
Saat ini berbagai laboratorium virtual tersedia secara *off line* maupun *online*. Beberapa fenomena fisika dapat diamati di laboratorium dengan bantuan alat yang ada, tetapi juga dapat diamati lewat bantuan multimedia interaktif. Misalnya fenomena interferensi, difraksi dan polarisasi gelombang.

Interferensi Gelombang

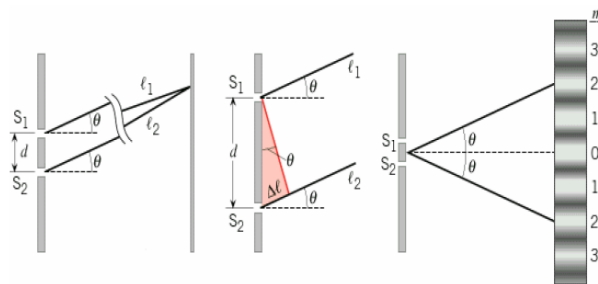
Interferensi merupakan gejala superposisi gelombang. Interferensi ada yang bersifat konstruktif dan ada yang bersifat destruktif. Pola interferensi ini dapat diamati di dalam laboratorium nyata, misalnya dengan menggunakan percobaan tangki riak (*ripple tank*). Interferensi konstruktif terjadi jika kedua gelombang mempunyai fasa yang sama, sedangkan interferensi destruktif terjadi jika kedua gelombang memiliki fasa yang berbeda sebesar π . Untuk menghasilkan dua gelombang yang sefasa (koheren), digunakan satu sumber gelombang yang dilewatkan pada dua celah sempit. Kedua celah (S_1 dan S_2) masing-masing bertindak sebagai sumber yang koheren. Pola interferensi konstruktif – destruktif yang bergantian dapat diamati pada layar, misalnya pada alat tangki riak.



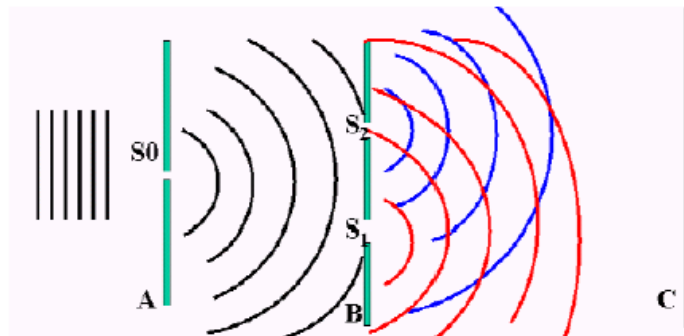
Gambar 1. Interferensi konstruktif dua gelombang harmonik



Gambar 2. Interferensi destruktif dua gelombang harmonik

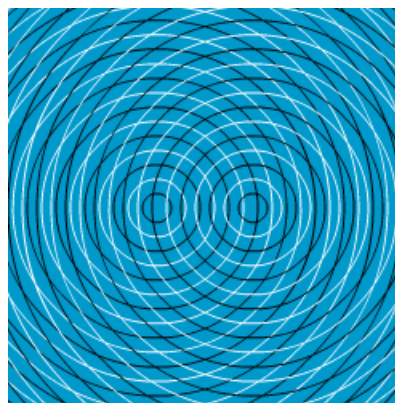


Gambar 3. Pola interferensi sebagai akibat dari superposisi dua gelombang

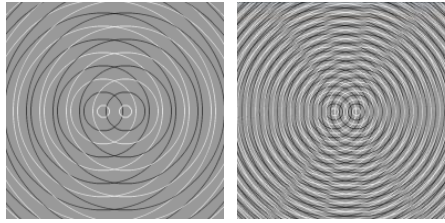


Gambar 4. Interferensi celah ganda (Percobaan Young)

Berikut ini interferensi gelombang hasil pengamatan dengan menggunakan *virtual physics laboratory* (Software yang digunakan adalah software Pesona Fisika).



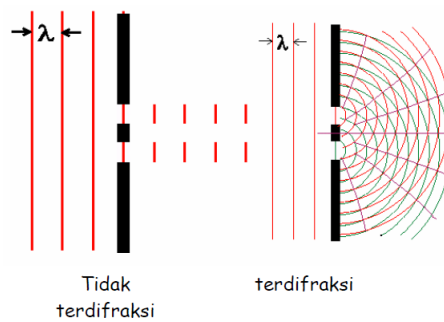
Gambar 5. Interferensi gelombang air.



Gambar 6. Pola interferensi gelombang air unstuk jarak dua jelah yang berbeda

Difraksi Gelombang

Difraksi adalah peristiwa pembelokan gelombang saat melewati suatu objek (misalnya berupa rintangan ataupun celah). Berdasarkan prinsip Huygen, gelombang yang melewati celah dapat dipandang sebagai terdiri dari banyak sumber.

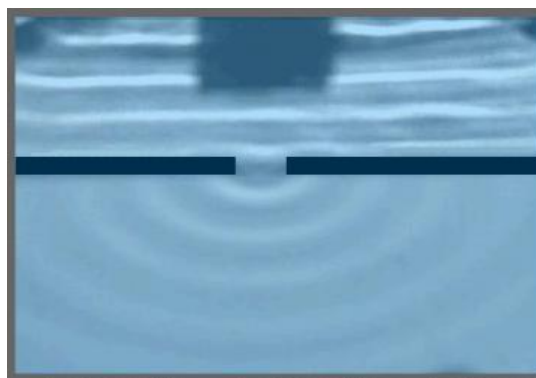


Gambar 7. Gelombang tidak terdifraksi dan terdifraksi

Berikut ini difraksi gelombang hasil pengamatan dengan menggunakan *virtual physics laboratory* (Software yang digunakan adalah software Pesona Fisika).



Gambar 8. Penghalang sebagai penyebab difraksi gelombang air



Gambar 8. Gelombang mengalami difraksi ketika melewati celah.

PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN MULTIMEDIA INTERAKTIF

Dari uraian tersebut tidak dapat dipungkiri bahwa pesatnya kemajuan dibidang teknologi memberikan pengaruh di bidang pendidikan. Dunia pendidikan dituntut untuk beradaptasi dengan kemajuan teknologi dan informasi. Pemanfaatan kemajuan teknologi mampu tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses belajar mengajar. Memudahkan siswa mengerti konsep dan fenomena fisika, sebaliknya juga memudahkan guru dalam mengajarkan fisika bagi siswanya. Dengan kata lain kemajuan teknologi dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang menarik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Multimedia interaktif (MMI) merupakan model pembelajaran yang menarik berbasis teknologi. Model pembelajaran multimedia interaktif (MMI) diartikan sebagai suatu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (message), merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemauan siswa sehingga dapat mendorong proses belajar.

Lee, Nicoll, dan Brooks (2004) dalam penelitiannya tentang "Perbandingan Pembelajaran Berbasis Web secara Inkuiri dan Contoh Kerja dengan Menggunakan Physlets", menemukan bahwa siswa merasa tertolong dengan penggunaan model pembelajaran (multimedia interaktif) MMI jenis Physlets, dalam hal memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret. Model pembelajaran MMI jelas sesuai dengan tujuan pembelajaran fisika di kelas yaitu menanamkan konsep fisika baik yang bersifat abstrak maupun konkret. Hendrawan dan Yudhoatmojo (2001) dalam penelitiannya tentang "Efektivitas dari Lingkungan Pembelajaran Maya Berbasis Web (Jaringan)", juga mengatakan bahwa lingkungan pembelajaran yang bermedia teknologi (model pembelajaran MMI) dapat meningkatkan nilai para siswa (konsep), sikap mereka terhadap belajar, dan evaluasi dari pengalaman belajar mereka. Eni Nuraeni (2006) dari penelitian yang dilakukannya menyimpulkan multimedia yang digunakan untuk media pembelajaran dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa dengan taraf kepercayaan 95%.

Penggunaan multimedia interaktif pada pembelajaran fisika akan sangat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Model pembelajaran hipermedia pada materi induksi magnetik dapat meningkatkan penguasaan konsep fisika dan dapat meningkatkan keterampilan generik sains guru serta memberikan tanggapan yang baik terhadap model pembelajaran hipermedia materi pokok induksi magnetik (Setiawan dkk, 2007). Model pembelajaran berbasis multimedia berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar fisika dengan rata-rata gain kelas eksperimen lebih unggul sebesar 4,73 terhadap rata-rata gain kelas kontrol sebesar 3,19. Perbedaan tersebut signifikan pada taraf nyata 0,05 dengan probabilitas 0,00 dengan t_{hitung} sebesar 4,064 yang lebih besar dibandingkan dengan t_{tabel} sebesar 2,060 (Wiendartun, 2007). Penggunaan Teknologi dalam pembelajaran fisika (Physics Education Technology/PhET) lebih produktif dibandingkan dengan metode tradisional seperti ceramah dan demonstrasi (Finkelstein, 2006). Wiyono (2009) telah melakukan penelitian yang hasilnya menyatakan bahwa konsep-konsep relativitas khusus yang bersifat abstrak dapat dipahami oleh mahasiswa dengan bantuan model pembelajaran berbasis multimedia interaktif.

REFERENSI

1. Abdullah, D. (2009) Potensi Teknologi Informasi dan komunikasi dalam Peningkatan Mutu Pembelajaran di Kelas. [Online] Tersedia: [http:// elearning.unimal.ac.id/upload/materi/peningkatan-tik-guru.pdf](http://elearning.unimal.ac.id/upload/materi/peningkatan-tik-guru.pdf). Diakses pada tanggal 17Juni 2012.
2. Chaeruman, Uwes Anis., "Urgensi Gerakan Melek ICT di Sekolah", [http:// www.wijyalabs.wordpress.com](http://www.wijyalabs.wordpress.com)
3. Finkelstein, Noah et al. (2006). HighTech Tools for Teaching Physics: The Physics Education Technology Project. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching. Vol. 2, No. 3, September 2006.
4. Hendrawan, C. Dan Yudhoatmojo, S. B. (2001, April). Web-Based Virtual Learning Environment: A Research Framework and A Preliminary Assessment in Basic IT Skills Training. MIS Quarterly [CD-ROM], 401-426. Tersedia: GNU Free Document License [25 September 2007]
5. Lee, Nicoll, dan Brooks (2004). *A Comparison of Inquiry and Worked Example Web-Based Instruction using Physlet*. *Journal of Science and Technology*, Vol 13, No.1, p. 81-88.

6. Nuraeni, E .(2006). Pengembangan Media Pembelajaran Genetika Mikroba Berbantuan Komputer Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Kemampuan Inkuiri Dan Sikap Mahasiswa. Tesis pada PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.
7. Rosenberg, M. J. (2001). E-Learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age. New York, NY: McGraw Hill.
8. Setiawan, A. (2007). Dasar-dasar Multimedia Interaktif (MMI). Bandung: SPs UPI Bandung.
9. Siahaan, S. M. (2011). Pembelajaran Materi Lensa Berbasis Multimedia Interaktif Pesona Fisika. Palembang: Seminar Nasional Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya.
10. Wiendartun. (2007). The effect of Multimedia Teaching and Learning on the Achievement of Physic Learning. Bandung: Prosiding Seminar Internasional ke-I. Prodi IPA Program Pascasarjana UPI.
11. Wiyono, K. dan Taufiq (2009). Using Computer Simulation To Improve Concept Comprehension Of Physics Teacher Candidates Students In Special Relativity. Bandung: Proceeding of the Third Seminar on Science Education.