

Jilid 8, Nomor 1, April 2012

ISSN:1858-330X



Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika

Diterbitkan oleh :

JURUSAN FISIKA

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Makassar

JSPF	Jilid 8	Nomor 1	Halaman 1 - 85	Makassar April 2012	ISSN 1858-330X
------	---------	---------	-------------------	------------------------	-------------------

JSPF
JURNAL SAINS DAN PENDIDIKAN FISIKA
ISSN 1858-330X

Terbit tiga kali setahun pada bulan April, Agustus, dan Desember. Berisi tulisan yang diangkat dari hasil penelitian di bidang Fisika dan Pendidikan Fisika.

Penanggung Jawab
Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNM

Ketua Penyunting
Subaer

Wakil Ketua Penyunting
Muhammad Tawil

Penyunting Pelaksana
Nasrul Ihsan
A. Momang Yusuf
Herman

Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika diterbitkan sejak April 2005
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Makassar

Alamat Penyunting

Lantai I Laboratorium Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNM
Jalan Daeng Tata Kampus Parangtambung Makassar Sulawesi Selatan
Telepon/Fax: (0411)840622,
email: jspf@unm.ac.id

Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan di media lain. Naskah diketik di atas kertas HVS kuarto spasi *At least 12 pts* sepanjang maksimum 12 halaman, dengan format seperti yang tercantum pada halaman belakang. Naskah yang masuk dievaluasi dan disunting untuk keseragaman format, istilah dan tata cara lainnya.



Diterbitkan oleh Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar
Jl. Dg. Tata Raya, Makassar Telp. (0411)840622 Faks.(0411)840622

JSPF
JURNAL SAINS DAN PENDIDIKAN FISIKA
ISSN 1858-330X
Jilid 8 Nomor 1, April 2012

DAFTAR ISI

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Pengajaran Langsung untuk Mengajarkan Materi Kesetimbangan Benda Tegar. <i>Herman: Universitas Negeri Makassar.</i>	1
Studi Fisis Terjadinya Siklon Tropis Kirrily Tahun 2009. <i>Andhi Ahmad Setiawan, Pariabti Palloan, dan A. J. Patandean: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Makassar.</i>	12
Pengaruh Model Pembelajaran Langsung Melalui Pendekatan CTL (Contextual Teaching And Learning) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas Ii Sma Negeri 1 Sungguminasa Kabupaten Gowa. <i>Kemala Suryansari, SMA N 1 Sungguminasa Gowa.</i>	22
Analisa Peluruhan Gempa Bumi dengan menggunakan Metode MOGI-2 (Studi Kasus Gempa Bumi Soroako 15 Februari 2011). <i>Dwi Joko Nurdadi, Muhammad Arsyad, dan Nasrul Ihsan: Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Makassar.</i>	31
Penerapan Model Pembelajaran Fisika Setting Kooperatif Terpimpin (SKT) pada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Majene. <i>Hamsyim Hammaali, Jasruddin, dan Khaeruiddin: SMA N 1 Majene Sulawesi Barat</i>	36
Studi Profil Termodinamika Awan Guntur di Wilayah Makassar dan Sekitarnya. <i>Muhamad Biyadihie Adikuasa, Astim, dan Muhammad Arsyad: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Makassar.</i>	46
Pengembangan Program Simulasi Komputer Berbasis Visual Basic Application pada Perkuliahan Gelombang Dan Optika untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Calon Guru Fisika. <i>Muh. Tawil, dan Nurhayati: Universitas Negeri Makassar.</i>	55
Hubungan Indeks Penguapan Perairan di Sekitar Sulawesi Selatan dengan Sebaran Curah Hujan di Daratannya. <i>Syamsul Bahri, Nasrul Ihsan, dan Pariabti Palloan: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Makassar</i>	67
Aplikasi Persamaan Regresi Linier Berganda pada Penentuan Suhu Udara Rata-rata Harian di Stasiun Meteorologi Hasanuddin Makassar. <i>Ahmad Yani: Universitas Negeri Makassar</i>	81

PENGEMBANGAN PROGRAM SIMULASI KOMPUTER BERBASIS VISUAL BASIC APPLICATION PADA PERKULIAHAN GELOMBANG DAN OPTIKA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF CALON GURU FISIKA

Muh. Tawil¹⁾, Nurhayati²⁾
Universitas Negeri Makassar

¹⁾e-mail: tawil_mohammad@yahoo.co.id

Abstract. *The Development of Computer Simulation Program Based of Visual Basic Application on Wave and Optics Subject to Enhance Student's Skill on Creative Thinking. This study aimed to increase creative thinking skills prospective teachers on the topic of wave and optical physics and to study the response of physics teacher candidates on a computer simulation based learning. To study how the characteristics of problem-based learning on the computer simulation matter wave in enhancing creative thinking skills of prospective teachers of physics? The research method used was a mixed methods research designs Embedded Experimental Model. The results found that there was an increase creative thinking of prospective teachers on the topic wave physics in the high category and physics teacher candidate responses to learning based on computer simulation of matter wave is very positive as well as prospective physics teachers have no difficulty in following this learning.*

Abstrak. *Pengembangan Program Simulasi Komputer Berbasis Visual Basic Application Pada Perkuliahan Gelombang Dan Optika Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Calon Guru Fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika pada topik gelombang dan untuk mengetahui respon calon guru fisika terhadap pembelajaran berbasis simulasi komputer. Masalah penelitian bagaimana karakteristik pembelajaran berbasis simulasi komputer pada materi gelombang dan optika dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika? Metode penelitian yang digunakan adalah mixed methods dengan disain penelitian Model Experimental Embedded. Hasil penelitian ditemukan bahwa terjadi peningkatan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika pada topik gelombang dengan kategori tinggi dan respon calon guru fisika terhadap pembelajaran berbasis simulasi komputer pada materi gelombang sangat positif serta calon guru fisika tidak mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran ini.*

Kata kunci: *simulasi komputer, keterampilan berpikir kreatif, topik gelombang, respon calon guru fisika*

Saat ini, perangkat lunak yang bernama 'generik electronic spreadsheet' biasanya terdapat pada mesin-mesin komputer yang dipakai di perkantoran. Ada yang namanya Lotus-123, Microsoft Excel, dan sebagainya. Sebagai perangkat lunak perkantoran kebanyakan digunakan untuk membantu hitungan-hitungan serta database perdagangan.

Tetapi jika diperhatikan, ada juga kemampuan-kemampuannya yang dapat dimanfaatkan untuk belajar ilmu fisika. Pada tulisan ini hanya aspek-aspek yang relevan dengan pemanfaatan untuk ilmu fisika itu saja yang akan dibahas. Aspek-aspek lainnya dapat dipelajari dari buku-buku yang khusus untuk itu, yang sudah banyak beredar.

Mengapa memilih spreadsheet dalam simulasi komputer? Menurut Brotosiswojo (2000)

ada beberapa alasan sehingga spreadsheet dipilih sebagai sarana dalam simulasi komputer diantaranya (1) spreadsheet sudah ada pada banyak mesin komputer, biasanya untuk keperluan manajemen keuangan, administrasi, dan sebagainya. Penggunaannya sangat mudah, dapat dilatihkan kepada pekerja-pekerja administrasi dalam waktu satu sampai tiga hari. Sayangnya orang science kurang menghargai perangkat lunak yang seperti ini; (2) pada tulisan ini menggugah kesadaran bahwa dalam banyak hal kita dipaksa mencari jalan untuk dapat memanfaatkan apa yang sudah ada. Kadang-kadang barang yang sudah kita miliki itu ternyata mempunyai kegunaan yang jauh lebih besar dari yang kita duga semula. Sikap semacam itu diharapkan dapat ikut tumbuh lewat tulisan ini; (3) kesederhanaan cara menggunakan spreadsheet diharapkan dapat membuat peserta

didik tidak 'takut' lebih dahulu dengan peralatan komputer, serta keharusan untuk melakukan pemrograman yang seringkali "kering" dan kurang menarik; (4) *spreadsheet* memiliki fasilitas pembuatan grafik yang cukup bagus, banyak ragam penampilannya, dan hampir tidak memerlukan keahlian khusus untuk membuatnya. Dengan kemudahan itu perhatian peserta didik dapat dicurahkan kepada tujuan pelajaran yang utama, yaitu pemodelan matematik untuk gejala alam dan perilaku alam sedang dipelajarinya; (5) *spreadsheet* juga sudah memiliki fasilitas hitung dengan ragam fungsi yang cukup banyak yang tidak lagi harus diprogram sendiri. Yang sangat dipentingkan dalam kaitan ini adalah kemampuan *spreadsheet* untuk melakukan proses iterasi lewat "copy" dan "paste."; (6) diupayakan agar pengenalan *spreadsheet* ini tidak hanya disajikan dalam bentuk diktat dan dibaca diktatnya, melainkan harus dilakukan dengan mengoperasikan komputer sungguh-sungguh. Karena itu idealnya dalam kegiatan pembelajaran berbasis simulasi diwujudkan dengan setiap peserta didik yang mengikutinya ada di depan mesin komputer yang digunakan; dan (7) dalam keadaan terpaksa kalau tidak ada cukup banyak mesin komputer, pembelajaran berbasis simulasi juga dapat diwujudkan dengan satu komputer yang dikendalikan oleh guru/dosen (kalau dapat diperoyeksikan agar tampilannya dapat terlihat oleh semua peserta). Guru/dosen dapat meminta peserta didik menyebutkan apa saja yang harus dikerjakan oleh guru/dosen itu dan hasilnya disaksikan bersama.

Pelajaran fisika SD, SMP, SMA, dan Perguruan Tinggi dikembangkan untuk mendidik peserta didik sehingga mampu mengembangkan kemampuannya dalam mengobservasi dan melakukan eksperimen serta berpikir taat asas. Hal ini didasari oleh tujuan fisika yakni mengamati, memahami, dan memanfaatkan gejala-gejala alam. Kemampuan observasi dan eksperimentasi ini lebih ditekankan pada kemampuan berpikir eksperimental yang meliputi pelaksanaan percobaan dengan mengenal peralatan yang digunakan dalam pengukuran baik di dalam laboratorium maupun di alam sekitar kehidupan siswa (*Depdiknas*, 2003).

Pembelajaran berbasis simulasi merupakan salah satu alternatif pilihan yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran fisika tersebut di atas. Oleh karena peserta didik dapat melakukan observasi tentang simulasi gejala alam yang

diamati. Berdasarkan dari hasil observasi ini peserta didik dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang ada pada simulasi dan mampu merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, dan menguji hipotesis dengan membuat simulasi berdasarkan hipotesis yang diajukan. Hasil-hasil pengujian hipotesis tersebut peserta didik melaporkan sesuai dengan simulasi yang diamati, dengan demikian akan terbentuk sikap ilmiah pada peserta didik dan meningkatkan pemahaman mereka tentang fenomena alam yang diamati.

Model pembelajaran berbasis simulasi dapat menggugah emosi, mempermudah peserta didik memahami konsep dan untuk merangsang berpikir tinggi, dan mampu memperlancar pencapaian tujuan untuk memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam persamaan-persamaan, gambar, maupun grafik. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan menerapkan simulasi komputer membantu peserta didik memahami materi fisika dasar (Finkelstein, et al., 2005), beberapa dosen mengembangkan dan meneliti tentang simulasi komputer untuk membantu mahasiswa dalam mempelajari fisika kuantum (Belloni, et al., 2006); Bossomair, & Snyder, (2005); Billinger, et al., (2006); Northcott, et al., (2007); Ming & Hyun, (2007); McKagan, et al., (2008); Hamlen, (2009).

Berdasarkan dari kenyataan tersebut, perlu menciptakan pembelajaran yang memberikan kesempatan peserta didik untuk mempelajari materi pelajaran setiap saat diperlukan, dapat diulang-ulang sendiri oleh peserta didik sampai mereka paham, guru mampu memberikan umpan balik dengan cepat terhadap respon peserta didik. Pilihan yang dapat menjabatani kebutuhan ini adalah pembelajaran berbasis simulasi dengan memanfaatkan *spreadsheet* sebagai media pembelajaran fisika. Pilihan ini juga didasari bahwa pada saat ini secara umum setiap peserta didik telah memiliki akses yang mudah terhadap komputer personal, baik di laboratorium maupun di tempat lain. Demikian pula kesuksesan penerapan pembelajaran berbasis simulasi komputer dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi fisika.

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian adalah "Bagaimana karakteristik

pembelajaran berbasis simulasi komputer pada materi gelombang dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika?

Pada dasarnya tujuan penelitian ini adalah mencari jawaban atas masalah penelitian yang telah dirumuskan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru melalui pembelajaran berbasis simulasi komputer pada materi gelombang.

Deskripsi Mata Kuliah Gelombang

Mata kuliah gelombang dan optika pada dasarnya merupakan ilmu pengetahuan yang mengkaji konsep-konsep dan prinsip-prinsip gelombang secara sistematis, dan bukan hanya kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta saja, tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Materi gelombang yang memiliki ciri yang unik. Letak keunikannya adalah fenomena gelombang sangat abstrak sehingga tak dapat diamati secara langsung. Untuk memahami konsep-konsep gelombang membutuhkan visualisasi dan simulasi komputer dan konsep-konsepnya juga banyak berkaitan dengan teknologi halografi, teknologi spektroskop, dan berbagai teknologi optik beserta dampaknya (Tipler, 1996., Sears., & Zemansky, 2004) dan juga sangat berkaitan dengan beberapa mata kuliah seperti mata kuliah fisika kuantum, dan fisika zat padat. Gelombang merupakan perpaduan antara analisis deduktif dan proses induktif dengan mengandalkan dukungan pengamatan empiris, instrumental, visualisasi dan simulasi berdasarkan pada panca indera sebagai dasar validitas prinsip yang dikembangkan.

Melalui mata kuliah gelombang diharapkan mahasiswa memperoleh pengalaman langsung untuk membentuk sikap, perilaku serta keterampilan penalaran ilmiah secara induktif-deduktif yang melibatkan analisis kuantitatif matematis dan analisis kualitatif dengan menggunakan berbagai konsep dan prinsip gelombang. Sikap, perilaku, dan keterampilan-keterampilan mahasiswa tersebut dibentuk sebagai akibat kegiatan belajar mengajar yang lebih menekankan pada proses pembelajaran dari pada pengajaran, sehingga perubahan sikap, perilaku dan keterampilan-keterampilan mahasiswa mencapai hasil belajar yang optimal, serta mahasiswa dapat memanfaatkan konsep dan prinsip gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Ruang lingkup materi gelombang meliputi: (1) pengertian

gelombang; (2) pengertian superposisi gelombang; (3) interferensi gelombang; dan (4) difraksi meliputi: a) difraksi Fresnel dalam pola celah (tunggal, persegi, dan lingkaran); b) difraksi Fraunhofer dalam pola celah (tunggal, persegi, dan lingkaran); dan c) intensitas difraksi dalam pola celah (tunggal, persegi, dan lingkaran), (*Team Dosen prodi. fisika MIPA UNM, 2003*).

Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

Teori belajar behaviorisme berpandangan bahwa proses pembelajaran terjadi sebagai hasil pengajaran yang disampaikan guru melalui atau dengan bantuan media (alat). Sedangkan teori belajar konstruktivisme berpandangan bahwa media digunakan sebagai sesuatu yang memberikan kemungkinan siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan. Kozma (1991) menyatakan bahwa media dapat dibedakan dari teknologi (mekanik, elektronik, bentuk fisik), sistem simbolik (karakter alpha-numerik, objek, gambar, suara) serta sarana yang digunakan (radio, video, komputer, buku).

Perubahan ilmu pengetahuan, teknologi, dan masyarakat yang semakin pesat menuntut perubahan cara dan strategi guru/dosen dalam pembelajaran peserta didik tentang sesuatu yang harus mereka ketahui untuk masa depan mereka, sehingga perlu adanya pembelajaran yang mampu membelajarkan peserta didik untuk menemukan fakta dan informasi, mengolah dan mengembangkannya agar menjadi sesuatu yang berharga dan bermanfaat bagi dirinya. Pembelajaran yang diperlukan adalah pembelajaran yang tidak hanya mengulang kembali ide-ide, tetapi pembelajaran yang mampu mengeksplorasi ide-ide peserta didik. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik mampu mengasah keterampilan berpikir mereka dan siap menghadapi masalah-masalah masa depan. Pembelajaran yang dilakukan oleh guru/dosen masih banyak berorientasi pada upaya mengembangkan dan menguji daya ingat peserta didik sehingga kemampuan berpikir peserta didik direduksi dan sekedar dipahami sebagai kemampuan untuk mengingat (Harsanto, 2005). Tantangan masa depan menuntut pembelajaran harusnya lebih mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk keterampilan berpikir kreatif (Widowati, 2009).

Berdasarkan dari hasil studi awal tahun 2009 di program studi fisika FMIPA pada salah satu perguruan tinggi negeri yang terdiri dari 23

mahasiswa dan tiga orang dosen pengampu mata kuliah gelombang dan optik didapatkan bahwa: (1) hanya satu dari tiga orang dosen mata kuliah gelombang dan optika yang mempersiapkan materi ajar gelombang dan optika, baik ditinjau dari perangkat pembelajaran maupun media pembelajaran yang digunakan. Sedangkan 22 mahasiswa menyatakan sangat membutuhkan perangkat pembelajaran gelombang dan optik; (2) tiga orang dosen menyatakan mengalami kesulitan mengajarkan materi gelombang dan optika terutama untuk memperlihatkan bagaimana hubungan persamaan-persamaan interferensi dan difraksi dengan pola interferensi dan difraksinya serta pola intensitasnya; (3) 20 mahasiswa masih banyak mengalami kesulitan dalam proses mengikuti pembelajaran gelombang dan optika, terutama karena materinya terlalu abstrak, teoritis, dan secara matematis; (4) tingkat kelulusan mahasiswa pada mata kuliah gelombang dan optika masih tergolong rendah, di bawah 60 persen; (5) praktikum gelombang dan optika belum lengkap; dan (6) sarana dan prasarana laboratorium komputer cukup menunjang perkuliahan gelombang dan optika.

Berpikir Kreatif

Bagaimana peranan keterampilan berpikir dalam membangun mental dan kepribadian manusia? Carin & Sund (1975); Gordun (1961) (Lawson, 1979), menyatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif merupakan komponen emosional yang lebih penting daripada intelektual, dan irasional. De Bono (2007), menggambarkan bagaimana kita harus berpikir kreatif untuk memperbaiki kehidupan, melakukan inovasi desain, menciptakan perubahan dan memperbaiki sistem. Liliyasi (2005), mengemukakan bahwa keterampilan berpikir sangat menentukan dalam membangun kepribadian dan pola tindakan dalam kehidupan setiap insan Indonesia, karena itu pembelajaran sains perlu diberdayakan untuk mencapai maksud tersebut. Bertolak dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu aspek kognitif yang harus diperhatikan dalam proses pembelajaran sains di kelas.

Pengertian berpikir kreatif yang berhubungan dengan bidang pendidikan seperti yang dikemukakan oleh Lawson (1979), & Taeflinger, et al (1982), bahwa berpikir kreatif

adalah *...the process of (1) sensing difficulties problems, gaps in information, missing element, something asked; (2) making guesses and formulating hypotheses about these deficiencies; (3) evaluating and testing these guesses and hypotheses; (4) possibly revising and retesting them; and finally: (5) communicating the results*".

Bertolak dari definisi tersebut menunjukkan bahwa berpikir kreatif sebagai sesuatu proses kreatif, yaitu merasakan adanya kesulitan, masalah kesenjangan informasi, adanya unsur yang hilang dan ketidakharmonisan, mendefinisikan masalah secara jelas, membuat hipotesis dan kemungkinan perbaikannya, pengujian kembali atau bahkan mendefinisikan ulang masalah dan akhirnya mengkomunikasikan hasilnya. de Bono (2007) mengemukakan bahwa berpikir kreatif adalah keterampilan: (1) mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik; (2) memprediksi suatu informasi; (3) memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda; (4) memprediksi dari informasi yang terbatas; (5) melakukan perubahan dan perbaikan; dan (6) memperoleh gagasan baru. Bertolak dari beberapa definisi dan indikator berpikir kreatif tersebut maka di dalam penelitian ini dibatasi pada indikator-indikator berpikir kreatif yakni mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh peserta didik, membangkitkan keingintahuan dan hasrat ingin tahu, memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda, memprediksi dari informasi yang terbatas, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis berdasarkan fenomena yang diamati serta menguji hipotesis.

Berdasarkan dari hasil-hasil penelitian tersebut di atas, menunjukkan bahwa belum ada software program simulasi-interaktif yang mengembangkan keterampilan berpikir kreatif pada perkuliahan gelombang dan optika, yang akan dikembangkan melalui penelitian ini.

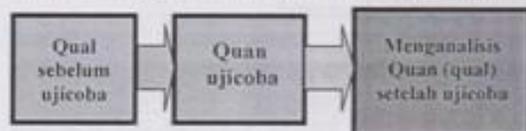
Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh: (1) Bossomaier, & Snyder; Kyung; Puccio, Murdock, & Maance (2005) menyimpulkan bahwa dengan menggunakan media komputer dalam pengajaran di kelas dapat meningkatkan kreativitas individu dan merupakan sumber kreativitas di kelas, (2) Bullinger, Muller, & Robler; Kilgour; Ilham; Norton (2006) menyimpulkan bahwa media komputer dapat mempengaruhi perubahan proses

mental dan kreativitas, (3) Northcott, et. al; Muirhead; Bekir; Ingerman, at al; Awang, & Ramly (2007) dengan penerapan ICT dalam pengajaran secara efektif dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa menginterpretasi, memahami konsep-konsep abstrak fisika kuantum, (4) Kara, & Ozkan; Kara, &Yakar; McKagan,et.al; Chang (2008) penerapan program simulasi *PhET* pada pembelajaran fisika kuantum menyimpulkan bahwa dengan menerapkan model pengajaran fisika dengan memanfaatkan komputer lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan tradisional, (5) Alter; Koray, & Koksai; Price, Roussos, Falcao, & Sheridan; Allen (2009) Penerapan teknologi dalam pembelajaran dapat memberi implikasi terhadap pengembangan pengetahuan baru, kreativitas, dan keterampilan berkomunikasi yang baik.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed methods* dengan disain penelitian *Model Experimental Embedded* (Creswell, & Plano Clark, V.L, 2007), seperti pada Gambar 1 di bawah ini..



Gambar 1. Model Experimental Embedded

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian *mixed methods* yang menekankan pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif dilakukan secara simultan selama proses penelitian.

Penelitian ini dilakukan pada salah satu FKIP yang ada di Sulawesi Selatan yang memiliki program studi pendidikan fisika yang mendidik mahasiswa sebagai calon guru fisika SMP/MTs dan SMA/MA sebagai tempat pengambilan data. Berdasarkan dari latar belakang yang dikemukakan sebelumnya, permasalahan yang perlu dipecahkan melalui penelitian ini adalah "Bagaimana pengembangan program simulasi komputer (PSK) pada pada perkuliahan gelombang dan optika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif bagi calon guru fisika"? Permasalahan di atas dapat dirinci secara lebih operasional menjadi pertanyaan penelitian sebagai berikut: 1) Bagaimana karakteristik PSK pada perkuliahan gelombang dan

optika dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika ?; 2)Bagaimana penerapan PSK dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif?

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengingat luasnya cakupan perkuliahan gelombang, maka dalam uji coba perkuliahan yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah pengertian gelombang, superposisi gelombang, interferensi gelombang dan difraksi.
- b. Aspek keterampilan berpikir kreatif yang diukur (1) keterampilan mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki; (2) keterampilan memprediksi dari informasi terbatas; (3) keterampilan memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda; (4) keterampilan merumuskan masalah; (5) merumuskan hipotesis berdasarkan fenomena yang diamati; dan (6) keterampilan menguji hipotesis. Pemilihan ini didasarkan pada karakteristik materi perkuliahan gelombang dan optika.

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk menemukan suatu bentuk program simulasi komputer yang valid yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas perkuliahan gelombang dan optika bagi calon guru fisika yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif calon guru.

Instrumen Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian, Instrumen, dan Jenis Data

No	Variabel yang Diukur	Jenis Instrumen	Jenis Data/analisis
1.	Analisis hasil validasi program simulasi dan instrumen penelitian	Lembar Validasi	Kualitatif
2.	Aktivitas calon guru	Angket	Kualitatif
3.	Keterlaksanaan pembelajaran		
4.	Kesulitan pelaksanaan program simulasi	Lembar Observasi	Kualitatif
5.	Keterampilan	Tes	Kuantitatif

No	Variabel yang Diukur	Jenis Instrumen	Jenis Data/analisis
	berpikir kreatif	keterampilan berpikir kreatif	if

Untuk mendapatkan data aktivitas calon guru fisika mengikuti pembelajaran dalam penelitian ini digunakan lembar observasi aktivitas. Pengamatan dilakukan terhadap aktivitas calon guru selama mengikuti kegiatan pembelajaran dengan memberi tanda cek (√) pada kolom yang sesuai dengan indikator aktivitas, yaitu aktivitas:

1) Kegiatan pendahuluan: (a) mahasiswa memperhatikan dan merespon penyampaian dosen dengan melihat tujuan pembelajaran pada pedoman mahasiswa; (b) mahasiswa merespon pertanyaan-pertanyaan dosen yang berhubungan dengan materi sebelumnya atau terkait dengan materi yang akan disampaikan; (c) mahasiswa merespon penjelasan dosen dengan memperhatikan materi simulasi; (d) mahasiswa merespon latihan-latihan berpikir kreatif yang diberikan dosen; (e) mahasiswa merespon penjelasan dosen dengan memperhatikan pedoman mahasiswa; 2) Kegiatan Inti : (a) mahasiswa membaca dan mencoba membuat simulasi sederhana sesuai dengan petunjuk yang ada pada pedoman mahasiswa; (b) mahasiswa membuat indikator keterampilan berpikir kreatif; dan (c) mahasiswa menjawab pertanyaan dosen dengan menyelesaikan melalui simulasi; 3) Kegiatan pemantapan : (a) mahasiswa mengerjakan tugas-tugas yang ada pada LKM; (b) mahasiswa membuat ringkasan dan mengemukakan persepsi mereka sesuai dengan simulasi yang telah mereka buat; (c) mahasiswa membuat catatan-catatan mengenai kesulitan-kesulitan mengikuti KBM; (d) mahasiswa bersama dengan dosen menganalisis hasil simulasinya dengan isi materi kuliah; 4) Kegiatan akhir : (a) mahasiswa mengerjakan soal-soal evaluasi, dan (b) mahasiswa mencatat tugas lanjutan dari dosen.

Data keterlaksanaan perkuliahan digunakan lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan. Pengamatan dilakukan terhadap dosen selama kegiatan pembelajaran berlangsung dengan memberi tanda cek (√) pada yang sesuai dengan kegiatan yang ada pada RPP. Indikator-indikator aktivitas dosen: 1) Kegiatan pendahuluan: (a) dosen menyampaikan tujuan pembelajaran; (b) dosen

memotivasi mahasiswa; (c) dosen menyajikan berbagai topik simulasi dan konsep-konsep yang akan diintegrasikan dalam proses simulasi; (d) dosen menjelaskan prinsip-prinsip simulasi dan latihan berpikir kreatif; (e) dosen memberikan gambaran teknis secara umum tentang proses pembuatan simulasi melalui pedoman mahasiswa; 2) Kegiatan Inti: (a) dosen memberikan kesempatan mempelajari pedoman dan membuat simulasi; (b) dosen memberikan latihan berpikir kreatif sesuai dengan simulasi yang diamati; dan (c) mengajukan pertanyaan open-ended yang sesuai dengan simulasi dimana untuk menyelesaikannya membutuhkan keterampilan berpikir kreatif; 3) Kegiatan pemantapan: (a) dosen memberikan tugas-tugas kepada mahasiswa yang ada pada LKM; (b) dosen memberikan tugas kepada mahasiswa untuk membuat ringkasan dan mengemukakan persepsi mereka sesuai dengan simulasi yang telah mereka buat; (c) dosen bersama mahasiswa menganalisis hasil simulasinya dengan isi materi kuliah; 4) Kegiatan akhir : (a) dosen melakukan evaluasi; dan (b) dosen memberikan tugas lanjutan. Semua data observasi termasuk dalam jenis data kualitatif.

Data kesulitan dalam mengimplementasikan pembelajaran digunakan lembar observasi. Pengamatan dilakukan terhadap calon guru fisika selama kegiatan pembelajaran berlangsung dengan memberi tanda cek (√) pada lembar observasi. Semua data observasi termasuk dalam jenis data kualitatif.

Untuk mengetahui respon calon guru fisika dalam pembelajaran ini dilakukan dengan memberikan angket dengan skala Likert kepada calon guru fisika. Setiap jawaban calon guru fisika terhadap pernyataan yang ditanyakan, dikelompokkan atas sikap (1) sangat tertarik, cukup tertarik, kurang tertarik, dan tidak tertarik; (2) sangat baru, cukup baru, kurang baru, dan tidak baru; (3) sangat mudah, cukup mudah, kurang mudah, dan tidak mudah; (4) sangat berminat, cukup berminat, kurang berminat, dan tidak berminat; (5) sangat jelas, cukup jelas, kurang jelas, tidak jelas. Jawaban yang telah dikelompokkan tersebut dihitung persentasenya dengan rumus sebagai berikut.

$$T = \frac{J}{N}(100\%) \dots\dots\dots (1)$$

Dalam hal ini T menyatakan persentase sikap terhadap setiap pernyataan; J menyatakan jumlah jawaban setiap kelompok sikap; dan N menyatakan jumlah calon guru fisika

Analisa data pemahaman konsep secara garis besar dilakukan dengan menggunakan bantuan pendekatan serta hirarki statistik. Peningkatan yang terjadi sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan rumus gain ternormalisasi (N-Gain) sebagai berikut. (Meltzer, 2002)

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \dots\dots\dots (3)$$

Dalam hal ini S_{post} menyatakan skor tes akhir; S_{pre} menyatakan skor tes awal, dan S_{maks} menyatakan skor maksimum.

Kriteria tingkat N-Gain adalah sebagai berikut. (Meltzer, 2002)

Tabel 2. Kategori Tingkat N-Gain

Batasan	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN
Keterlaksanaan Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

a. Hasil Observasi Aktivitas Dosen Dalam Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

Hasil observasi aktivitas calon guru fisika selama pembelajaran diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi Aktivitas Dosen

No	Tahapan pembelajaran	Pertemuan					
		I		II		III	
Kegiatan		Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas dosen	Tidak	Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas dosen	Tidak	Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas dosen	Tidak
1	Pendahuluan	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
		100	0	100	0	100	0
2	Inti	100	0	100	0	100	0
3	Pemantapan	100	0	100	0	100	0
4	Penutup	50	50	50	50	100	0

b. Hasil Observasi Aktivitas Calon Guru Fisika Dalam Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

Hasil observasi aktivitas calon guru fisika selama pembelajaran diuraikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Observasi Aktivitas Calon Guru Fisika

No.	Tahapan pembelajaran	Pertemuan					
		I		II		III	
Kegiatan		Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas calon guru	Tidak	Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas calon guru	Tidak	Persentase keterlaksanaan komponen-komponen aktivitas calon guru	Tidak
1.	Pendahuluan	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
		100	0	100	0	100	0
2.	Inti	100	0	100	0	100	0
3.	Pemantapan	100	0	100	0	100	0
4.	Penutup	50	50	50	50	100	0

Berdasarkan dari hasil observasi Tabel 3 dan Tabel 4 tersebut di atas menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran berbasis simulasi komputer pada pertemuan pertama, kedua dan ketiga semua kegiatan tahapan pembelajaran terlaksana sesuai dengan yang telah direncanakan.

Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif

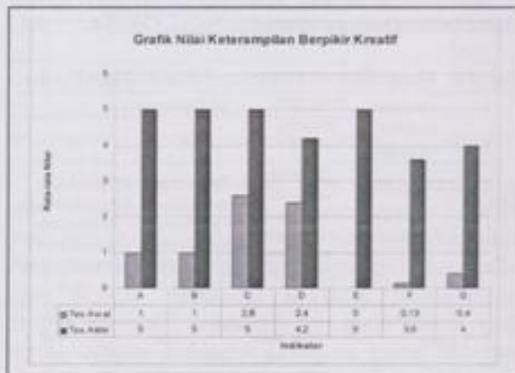
Peningkatan keterampilan berpikir kreatif calon guru fisika pada materi gelombang seperti yang ditunjukkan Tabel 5.

Tabel 5. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Calon Guru

Responden	Skor Keterampilan Berpikir Kreatif			N-Gain
	Tes Awal	Tes Akhir	Gain	
1	6	9	3	0,75
2	7	10	3	1
3	5	10	5	1
4	6	10	4	1
5	6	10	4	1

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa 100 persen calon guru fisika mengalami peningkatan keterampilan berpikir kreatif yang termasuk dalam kategori tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembelajaran berbasis simulasi komputer dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

Selanjutnya keterampilan berpikir kreatif calon guru pada setiap indikator keterampilan berpikir kreatif ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Untuk Setiap Indikator

Ket:

- A = indikator mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki mahasiswa
- B = indikator memprediksi informasi terbatas
- C = indikator merumuskan masalah
- D = indikator merumuskan hipotesis
- E = Menguji hipotesis
- F = indikator mengembangkan keingintahuan dan hasrat ingin tahu
- G = indikator memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda

Berdasarkan dari Gambar 1 tersebut menunjukkan bahwa ketiga indikator keterampilan berpikir kreatif semuanya mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa calon guru fisika memiliki keterampilan berpikir kreatif yang tinggi pada semua indikator keterampilan berpikir kreatif.

Respon calon guru fisika dalam mengikuti pembelajaran berbasis simulasi komputer seperti pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Respon Mahasiswa Terhadap Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

No	Uraian Pertanyaan	Presentase (%)			
I	Bagaimana pendapat Anda terhadap komponen berikut ini ?	Sangat Tertarik	Cukup Tertarik	Kurang Tertarik	Tidak Tertarik
	1. Materi kuliah Gelombang	100	0	0	0

No	Uraian Pertanyaan	Presentase (%)			
II	2. Program simulasi gelombang	100	0	0	0
	3. Pedoman mahasiswa	100	0	0	0
	4. Lembar kerja mahasiswa (LKM)	100	0	0	0
	5. Suasana belajar	100	0	0	0
	6. Cara dosen mengajar	100	0	0	0
	Apakah Anda merasa baru terhadap komponen-komponen berikut ini ?	Sangat Baru	Cukup Baru	Kurang Baru	Tidak Baru
II	1. Materi kuliah gelombang	100	0	0	0
	2. Program simulasi gelombang	100	0	0	0
	3. Pedoman mahasiswa	100	0	0	0
	4. Lembar kerja mahasiswa (LKM)	100	0	0	0
	5. Suasana belajar	100	0	0	0
	6. Cara dosen mengajar	100	0	0	0
III	Apakah Anda dengan mudah dapat memahami terhadap komponen-komponen berikut ini ?	Sangat Mudah	Cukup Mudah	Kurang Mudah	Tidak Mudah
	1. Bahasa dalam materi gelombang	100	0	0	0
	2. Bahasa pemrograman simulasi	100	0	0	0
	3. Materi gelombang	100	0	0	0
	4. Program simulasi gelombang	100	0	0	0
	5. Lembar kerja mahasiswa (LKM)	100	0	0	0
	6. Pedoman mahasiswa	100	0	0	0
7. Cara dosen mengajar	100	0	0	0	

No	Uraian Pertanyaan	Presentase (%)			
IV	1. Bagaimana tanggapan Anda jika pokok bahasan selanjutnya menggunakan pembelajaran seperti ini	100	0	0	0
	2. Bagaimana pendapat Anda jika semua pokok bahasan diajarkan dengan menggunakan pembelajaran seperti ini	100	0	0	0
V	3. Bagaimana pendapat Anda jika pelajaran lain diajarkan dengan menggunakan pembelajaran seperti ini	100	0	0	0
	1. Bagaimana penjelasan dosen pada saat KBM berlangsung	100	0	0	0
VI	2. Bagaimana bimbingan dosen pada saat Anda menjalankan simulasi gelombang selama KBM berlangsung	100	0	0	0
	3. Bagaimana bimbingan dosen pada saat Anda mengerjakan tugas-tugas pada LKM selama KBM berlangsung	100	0	0	0

Uraian Pertanyaan	Sangat Mudah	Cukup Mudah	Kurang Mudah	Tidak Mudah
----------------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------

No	Uraian Pertanyaan	Presentase (%)			
	Apakah Anda merasa mudah untuk menjawab butir soal pada LKM?	0	100	0	0

Berdasarkan dari Tabel 6 tersebut di atas menunjukkan bahwa respon calon guru terhadap pelaksanaan pembelajaran berbasis simulasi komputer pada umumnya responnya sangat positif. Hal ini ditunjukkan oleh respon mereka terhadap komponen-komponen pembelajaran berbasis simulasi komputer seratus persen menyatakan (1) sangat tertarik; (2) sangat baru; dan (3) sangat mudah dipahami. Semua calon guru juga menyatakan bahwa pada (1) pokok bahasan berikutnya; (2) semua pokok bahasan; dan (3) mata pelajaran lain menggunakan pembelajaran seperti ini. Demikian pula calon guru menyatakan bahwa penjelasan dosen, bimbingan dosen dalam melakukan simulasi dan menyelesaikan tugas-tugas sangat jelas.

Hal ini menunjukkan bahwa calon guru tidak mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran berbasis simulasi komputer. Faktor-faktor yang menyebabkan sehingga calon guru tidak mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran simulasi komputer diantaranya adalah (1) semua materi gelombang yang ada pada perangkat pembelajaran sangat jelas penjelasannya, bahasa yang digunakan sangat sederhana untuk dipahami dan materi kuliah tersebut diberikan dalam bentuk CD kepada calon guru fisika sehingga mereka dapat mempelajarinya kapan saja mereka memiliki waktu, dan gejala-gejala gelombang dapat diamati secara simulasi keterkaitan antara persamaan-persamaannya dengan gejala gelombang yang ditunjukkan sehingga gejala-gejala gelombang yang dipelajari calon guru tidak abstrak lagi; (2) program simulasi yang ditampilkan sangat interaktif dan berkaitan dengan materi gelombang yang dipelajari calon guru serta penampilan simulasi sangat menarik dalam segi disain grafiknya, disain tabel pengamatan, disain variabel-variabel yang berkaitan dengan materi gelombang yang disimulasikan; (3) lembar kegiatan yang berisikan tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh calon guru fisika berkaitan dengan materi gelombang dan program simulasi gelombang yang dipelajari oleh

calon guru fisika, sehingga mereka tidak terlalu sulit untuk mengerjakan tugas-tugasnya; (4) pedoman calon guru fisika dalam membuat simulasi yang berisikan langkah-langkah dalam membuat simulasi sangat jelas uraiannya dan sederhana bahasa yang digunakan, serta praktis petunjuk-petunjuk yang harus dilakukan dalam membuat simulasi; dan (5) penjelasan dosen dalam menyampaikan materi kuliah gelombang, materi program simulasi, cara mengerjakan tugas-tugas pada lembar kegiatan, serta pedoman dalam membuat simulasi sangat jelas dan terurut sesuai dengan isi rencana pelaksanaan pembelajaran, menyebabkan calon guru fisika dalam mengikuti penjelasan-penjelasan dosen mudah dipahami. Hal ini dibuktikan semua calon guru fisika menyatakan bahwa cukup mudah memahami penjelasan dosen dan semua komponen-komponen perangkat pembelajaran berbasis simulasi komputer.

Calon guru fisika dalam mengikuti pembelajaran berbasis simulasi komputer sangat termotivasi, dan sangat berminat. Hal ini ditunjukkan dengan harapan mereka agar supaya pada semua pokok-pokok bahasan berikutnya diajarkan dengan menggunakan pembelajaran seperti ini dan bahkan mereka menganjurkan agar pada mata kuliah lain menerapkan pembelajaran berbasis simulasi komputer. Demikian pula dari hasil observasi memperlihatkan bahwa mereka sangat aktif dalam mengikuti setiap langkah-langkah pembelajaran selama tiga kali pertemuan.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, maka disimpulkan: (1) pemanfaatan perangkat lunak spreadsheet dalam pembelajaran topik gelombang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif; dan (2) respon calon guru fisika terhadap pemanfaatan spreadsheet dalam pembelajaran gelombang sangat positif dan tidak calon guru fisika mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran.

SARAN/REKOMENDASI

Berdasarkan pada hasil uji coba yang telah disimpulkan, penulis memberikan saran atau rekomendasi kepada pembaca yang berminat untuk menindaklanjuti penelitian ini. Berikut saran atau rekomendasi tersebut (1) pengembangan pembelajaran berbasis simulasi komputer yang interaktif masih perlu dilanjutkan tahap

implementasi untuk menguji bagaimana efek model pembelajaran ini terhadap keterampilan berpikir kreatif dengan jumlah populasi yang lebih besar; dan (2) bagi tenaga pendidik (guru dan dosen) yang ingin menerapkan pada materi fisika dan pada materi pelajaran yang lain dapat mengembangkan sendiri perangkat, dan program simulasi yang diperlukan dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis simulasi dengan memperhatikan karakteristik dari materi pelajaran yang akan dikembangkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Allen, C. D. 2009. *Creative Thinking for Individuals and Teams*. U.S. Army College.
- Awang, H., & Ramly, I. 2008. Creative Thinking Skill Approach Through Problem-Based Learning: Pedagogy and Practice in the Engineering Classroom. *International Journal & Social Science* 3(1).
- Alter, F. 2009. Understanding the role of Critical and Creative Thinking in Australian Primary School Visual Arts Education. *International Art in Early Children Research Journal*, 1 (1).
- Bekir, B. 2007. To Compare The Effects of Computer Based Learning and The Laboratory Based Learning on Students' Achievement Regarding Electric Circuit. *Journal Educational Technology*.
- Belloni, M., & Cristian, W. 2005. *Physlets and Open Source Physics for Quantum Physics : Visualizing Quantum Physics*. *Revivals. Learning a Teaching Journal*.
- Billinger, Miller, & Robler, A. 2006. Encouraging Creativity-Support of Mental Processes by Virtual Experience. *Virtual Reality Word 1996. IDG Conferences & Seminar*.
- Bossomaier, T.R.J., & Snyder, A.W. 2005. Complexity, Creativity and Computers. *Complexity International Journal*. (10).
- Brotoiswojo, B.S. 2000. *Hakikat Pembelajaran MIPA & Kiat Pembelajaran Fisika Di Perguruan Tinggi*. Proyek Pengembangan Universitas Terbuka Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.

- Chang, W. 2008. Challenges Encountered in Implementating Constructivist Teaching in Quantum Physics : A Qualitative Approach. *Science Learning and Teaching Journal*.
- Dahar, R.W. 1988. *Teori-teori Belajar*. Jakarta : P2LPTK
- Depdiknas. 2003. *Pengembangan Silabus Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Jakarta : Pusat kurikulum.
- Finkelstein, N, Adams, W.K, Keller, C.J, Kohl, P.B, K.K. Perkins, Podolefsky, N.S, Reid, S., & LeMaster, R. 2006. " When learning about the real world is better done virtually: a study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Phys. Rev. ST: Phys. Educ. Res.* 1, 010103.
- Hamlen, K. R. 2009. Relationships Between Computer and Video Game Play and Creativity among Upper Elementary School Students. *Journal of Educational Computing Research*.
- Harsanto, R.2005. *Melatih Anak Berpikir Analisis, Kritis, dan Kreatif*. Jakarta: Gramedia
- Ilhan, V. 2006. A Comparison of Computer-Based and A Lecture-Based Computer Literacy Course: A Turkish Case. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- Ingerman, A., Cedriclinder., Marshall, D., Booth, S. 2007. Learning and Variation in Focus among Physics Students when using a Computer Simulation. *Nordina Journal*.
- Kara, zzet., & Ozkan, K. 2008. The Effects of Simulation Computer Assisted Instruction on the Achievement of Student Instruction of Physics Topic of 7th Grade Science Course at a Primari School. *World Applied Science Journal*.
- Kara, zzet., & Yakar, H. 2008. Effect of Computer Supported Education on the Success of Student on Teaching of Newton Law Motion. *Word Applied Science Journal*.
- Kilgour, A.M. 2006. The Creative Process: The Effects of Domain Speccific Knowledge and Creative Thinking Techniques on Creativity. *Thesis*. University of Waikato.
- Kilgour, M. 2006. Improving The Creative Process: Analysis of The Effects of Divergent Thinking Techniques and Domain Specific Knowledge on Creativity. *International Journal of Business and Society*. 7 (2), 79-107.
- Koray, O., & Koksai, M.S. 2009. The Effect of Creative and Critical Thinking Based Laboratory Applications on Creative and Logical Thinking Ability of Prospective Teachers. *Asia Pasific Forum on Science Learning and Teaching*. 10 (1).
- Kyung, L. 2005. The Relationship Between Creative Thinkinh Ability and Creative Personality of Preschoolers. *International Education Journal*, 6(2), 194-199. ISSN 1443-1475. Shannon Research Press.
- Kozma, R.B. 1991. *Learning with Media*. Review of educational Research.
- McKagan, S.B., K.K. Perkins, M. Dubson, C. Malley, S. Reid, R. LeMaster., & C.E. Wieman. 2008. Developing and Researching PhET Simulation for Teaching Quantum Mechanics. *Physics Education Technology Journal*.
- McKagan, S.B., Handley, W., Perkins, K.K., & Wienna, C.E. 2008. A Research-Based Curriculum for Teaching the Photoelectric effect. *Physics Education Technology Journal*.
- Meltzer, D.E. 2002. "The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics". *American Journal of Physics*. 70(7).
- Ming, L. C., Hyun, L. 2007. *Stimulative MechanisM For Creative Thinking*. IaSDR07. Graduate School of Computational Design, National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan. R.O.C.
- Muirhead, B. 2007. Integrating Creativity into Online University Classes. *Journal Educational Technology & Society*. 10(1), 1-13.

- Northcott, B., Milliszewska., & Dakich,E. 2007. ICT for Inspiring Creative Thinking. *Proceeding Ascillite Singapore* .
- Norton, M.B. 2006. Effects Divergent Teaching Techniques Upon Creative Thinking Abilities of Collegiate Student in Agricultural Systems Management Courses. *Thesis Agricultural Education*.
- Sears., & Zemansky. 2004. *Fisika Universitas*. Edisi kesepuluh jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Pickard., Marry. 2007. *The New Booms Taxonomi: An Overview For Family And Consumer Sciences*. *Journal of Family and Consumer Sciences Education*, 25(1).
- Puccio, G.J., Murdock, M.C., & Mance, M. 2005. Current Development in Creative Problem Solving for Organization: A Focus on Thinking Skills and Styles. *The Korea Journal of Thinking & Problem Solving*.15(2) 43-76.
- Price, S., Roussos,G., Falcao, T.P., & Sheridan, J.G. 2009. Technology and Embodiment: Relationships and Implications for Knowledge, Creativity and Communication. Beyond Current Horizons. *Technology Chidrent School and Famile*. London Knowledge Lab.
- Team Dosen. 2003. *Silabus Program Pendidikan Fisika FMIPA UNM*. Tidak diterbitkan.
- Tipler, P.A. (1996). *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2*. Edisi 2. Jakarta: Erlangga.
- Widowati, A, 2009. *Inovasi dalam CAI : Creative Thinking Melalui Software Mind Mapping*. Download tgl 28 Maret 2010.

