

PENGEMBANGAN PERANGKAT PERKULIAHAN EKSPERIMEN FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS MAHASISWA CALON GURU DALAM MENDESAIN KEGIATAN PRAKTIKUM FISIKA DI SMA

DEVELOPMENT OF PHYSICS EXPERIMENT LECTURES INSTRUMENT TO IMPROVE PRE-SERVICE TEACHERS CREATIVITY IN DESIGNING PHYSICS PRACTICAL WORK HIGH SCHOOL ACTIVITIES

H. S. Wattimena^{1*}, A. Suhandi², A. Setiawan²

¹Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

²Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Diterima: 2 Juni 2014. Disetujui: 17 Juni 2014. Dipublikasikan: Juli 2014

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat perkuliahan eksperimen fisika yang dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa calon guru dalam mendesain kegiatan praktikum fisika SMA. *Mixed methods research* melalui *embedded experimental model* dengan strategi *embedded*, digunakan sebagai metode penelitian sebagai tahap pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif dalam satu waktu; yang melibatkan mahasiswa program studi Pendidikan Fisika salah satu LPTK di Maluku. Perangkat perkuliahan yang dikembangkan diadaptasikan dari pola pembelajaran kreatif yang disebut sebagai Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif (AKBK); aktivitas mahasiswa dalam mendesain kegiatan praktikum diarahkan pada Indikator Kegiatan Dalam Bereksperimen (IKDB). Pemahaman konsep fisika mahasiswa diukur berdasarkan taksonomi Bloom revisi. Hasil penelitian menunjukkan, terjadi peningkatan AKBK mahasiswa untuk setiap IKDB pada kriteria sedang; serta peningkatan pemahaman konsep-konsep dasar fisika mahasiswa untuk indikator mencontohkan, mengklasifikasikan, dan menjelaskan pada kriteria sedang. Disimpulkan bahwa perangkat perkuliahan eksperimen fisika yang dikembangkan dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mendesain kegiatan praktikum fisika berdasarkan cakupan materi yang terukur.

ABSTRACT

This study aimed to develop the lectures instrument of physics experiment to improve the creativity of preservice teachers in designing a high school physics lab activities. *Mixed methods research* through the *embedded experimental models* with *embedded* strategy, was used as a method of research, a stage of quantitative and qualitative data collection at a time, involving students of Physical Education courses one LPTK in Maluku. The developed lectures instrument adapted from creative learning pattern was referred to as Creative Thinking Skills aspect (CTSA), while student activity in the design of practical activities were directed at Activity Indicator In Experiment (SIEI). Understanding the concept of physics students was measured based on the revised Bloom's taxonomy. The results showed an increase in students CTSA for each SIEI on the criteria of being; as well as an improve understanding of the basic concepts of physics students to cite, classify, and explain indicators. It was concluded that the developed lectures instrument of physics experiment can enhance student creativity in the design of physics experiment activities based on the coverage of the measured material.

© 2014 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: learning instrument; creativity; physics practical work design

***Alamat Korespondensi:**

Jl. Ir. M. Putuhena, Poka, Ambon
E-mail: hermanwattimena@gmail.com

PENDAHULUAN

Eksperimen Fisika merupakan salah satu mata kuliah keahlian yang diterapkan dalam kurikulum program studi Pendidikan Fisika salah satu LPTK di provinsi Maluku. Kompetensi mahasiswa yang diharapkan dari mata kuliah tersebut adalah “agar mahasiswa dapat menghayati berbagai konsep dan prinsip fisika lanjut dengan melakukan berbagai eksperimen fisika dan mampu mengembangkan kreativitas dalam merancang percobaan, termasuk membuat alat bantu pengajaran fisika SMA”.

Sebagai calon guru fisika di sekolah menengah, mahasiswa pada program studi tersebut dituntut untuk memiliki wawasan yang luas tentang kemampuan mengelola pembelajaran. Hal ini sesuai dengan tujuan pendidikan guru sains pada LPTK di Indonesia, yaitu untuk menghasilkan calon guru sains yang berwawasan luas tentang kependidikan, serta memiliki kemampuan atau keterampilan dalam merancang, melaksanakan, dan mengelola kegiatan pembelajaran (Ditjen Dikti, 2008). Terkait hal dimaksud, maka aktivitas pembelajaran yang dilakukan calon guru fisika dalam perkuliahan eksperimen fisika sudah tentu harus mendukung kinerjanya saat menjadi guru fisika di sekolah. Mengacu pada kompetensi mahasiswa yang telah ditetapkan program studi, maka dapat disebutkan bahwa mahasiswa mungkin dapat menghayati konsep dasar fisika berdasarkan pengetahuan teoretis; namun secara eksplisit belum memunculkan kreativitas mereka dalam mengembangkan desain kegiatan praktikum fisika sekolah.

Kreativitas mahasiswa dalam perkuliahan eksperimen fisika perlu dimiliki karena kondisi penyelenggaraan praktikum fisika pada beberapa sekolah di Maluku (Wattimena, *et al.* 2014) yang menunjukkan bahwa: (1) Sebagian guru fisika belum mampu mengembangkan kegiatan praktikum fisika melalui pemanfaatan sumber daya yang dimiliki. Artinya, bila sarana laboratorium tidak memadai, guru cenderung untuk tidak menyelenggarakan praktikum. Demikian juga bila sarana cukup memadai, guru fisika masih kesulitan dalam mengembangkan peralatan praktikum secara memadai; (2) Kebanyakan guru hanya memanfaatkan instruksi praktikum pada buku paket. Hal ini berkaitan dengan tingginya aktivitas mereka dalam jam tatap muka di kelas; (3) Sebagian besar guru fisika hanya mengandalkan kemampuan kognitifnya tanpa dibarengi dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keadaan ini terindikasi

dengan adanya penggunaan instruksi praktikum yang berbentuk *cookery book*. Akibatnya siswa kesulitan memahami konsep fisika yang dipraktikumkan. Hal ini sejalan dengan temuan Cockman (2008) yang mengungkapkan bahwa penekanan dalam praktikum fisika perlu diberikan bagi siswa berupa latihan keterampilan seperti mengamati, menggolongkan, mengukur, berkomunikasi, menafsirkan data, dan melakukan eksperimen secara bertahap berdasarkan karakteristik materi. Kondisi ini membutuhkan kreativitas guru fisika dalam mengembangkan kegiatan praktikum untuk memunculkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Hasil penelitian terhadap kemampuan guru fisika dalam merancang dan menyelenggarakan kegiatan praktikum fisika sekolah di beberapa wilayah, juga belum optimal (Wiyanto, 2005-b; Gunawan, 2010; Utari, 2010; Wattimena, *et al.* 2014). Terlepas dari masalah sarana dan prasarana laboratorium, guru fisika ternyata kurang memunculkan kreativitasnya dalam menyusun desain praktikum maupun mengembangkan peralatan. Kajian ini juga berarti bahwa sebagian guru fisika belum mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi, akibat pengalaman belajar ketika menjadi mahasiswa. Hal ini sejalan dengan penjelasan McDermott (1999) bahwa salah satu faktor penting yang mempengaruhi rendahnya kinerja guru fisika adalah kurang baiknya penyiapan mereka.

Menurut Reif (1995) keterampilan berpikir harus lebih ditekankan dalam pembelajaran fisika, karena tujuan utama pembelajaran fisika adalah untuk membantu peserta didik guna memperoleh sejumlah pengetahuan dasar yang dapat digunakan secara fleksibel. Hal ini didasarkan pada alasan, bahwa: (1) Pembelajaran fisika bukan untuk mengumpulkan fakta-fakta; (2) Pembelajaran fisika berguna bagi siswa sebagai pengetahuan dasar dalam pemecahan masalah; (3) Siswa tidak memperoleh keuntungan yang banyak bila pengetahuan tersebut bersifat hafalan; (4) Kebutuhan pemahaman siswa terhadap fisika akan membantu mereka dalam perkembangan global yang kompleks. Kondisi ini sejalan dengan penjelasan Munandar (1999) bahwa tingginya aspek kognitif seseorang tanpa disertai dengan meningkatnya kemampuan berpikir tingkat tinggi, tidak cukup untuk berkompetisi di era global saat ini; karena tantangan hidup tidak dapat diselesaikan hanya dengan kemampuan kognitif saja, tetapi diperlukan pola berpikir yang kreatif.

Mengingat pentingnya praktikum dalam

pembelajaran fisika, yaitu sebagai suatu cara untuk membentuk pemahaman dan pengalaman peserta didik, maka potensi untuk mengembangkan aspek keterampilan berpikir kreatif merupakan suatu kebutuhan. Pemahaman dan pengalaman peserta didik dapat dibentuk, bergantung pada apa yang dipelajari dan bagaimana cara mereka mempelajarinya. Hal ini memberi makna bahwa apa yang dipelajari adalah berkaitan dengan pandangan tentang fisika sebagai produk; sedangkan bagaimana mempelajarinya, jika fisika dipandang sebagai proses. Demikian juga sikap ilmiah peserta didik dalam kegiatan praktikum, sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari ciri berpikir kreatif.

Menurut penjelasan Guilford (1977) bahwa berpikir kreatif dicirikan sebagai pengetahuan dan sikap. Berpikir kreatif sebagai ciri pengetahuannya disebut sebagai *aptitude* (*fluency, flexibility, originality, elaboration*); sedangkan ciri sikapnya atau non *aptitude* seperti rasa ingin tahu, kejujuran, ketelitian, rasa tanggung jawab, dan sebagainya. Berpikir kreatif juga diartikan sebagai daya cipta, meskipun kemampuan menciptakan hal-hal yang sama sekali baru adalah hampir tidak mungkin terjadi. Sehingga, berpikir kreatif merupakan kombinasi dari pengetahuan yang sudah ada sebelumnya untuk memunculkan kemampuan seseorang dalam membuat kombinasi baru berdasarkan data, informasi, atau unsur-unsur

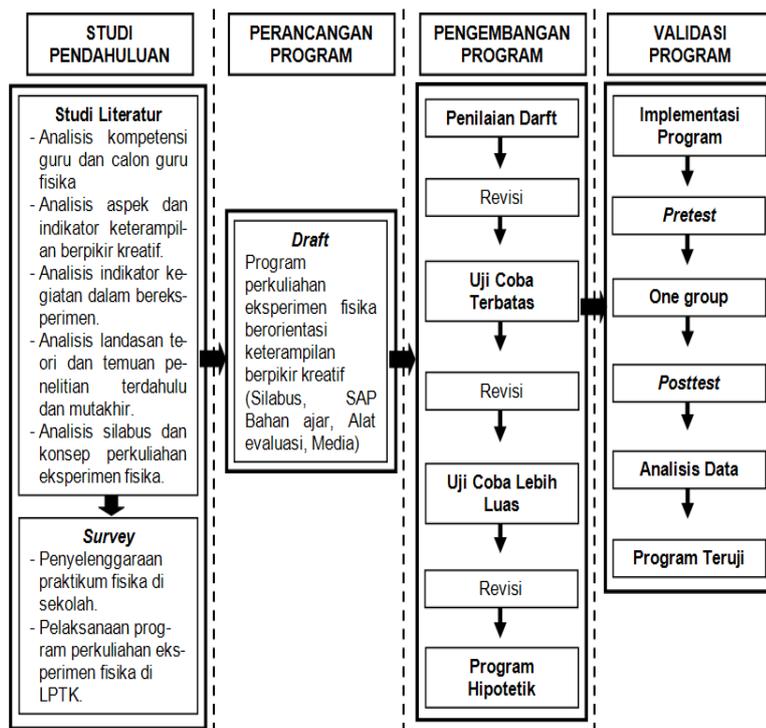
lain yang diperoleh.

Berbagai aspek keterampilan berpikir kreatif telah direkomendasikan untuk dikembangkan dan dapat diukur dalam pembelajaran (Torrance, 1972; Guilford, 1988; Supriadi 1994; Munandar, 1999; Evans, 2003; Cropley dan Cropley (2008). Uraian tentang aspek-aspek tersebut terdiri atas: aspek *problem sensitivity, fluency, flexibility originality, elaboration*, dan aspek *evaluation*.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) Mendeskripsikan karakteristik perangkat perkuliahan yang dikembangkan; (2) Mengkaji cakupan materi fisika yang dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep dasar fisika mahasiswa terhadap pencapaian indikator pemahaman yang terukur; (3) Mengkaji peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa, terhadap pencapaian setiap indikator kegiatan dalam bereksperimen.

METODE

Penelitian ini dilakukan, mengacu pada desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menurut Gall *et al.* (2003) yaitu: (1) Studi pendahuluan; (2) Perancangan program; (3) Pengembangan program; dan (4) Validasi program, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
O	X ₁	O

Gambar 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest* (Creswell, 2007) seperti pada Gambar 2. Sebelum dilakukan pembelajaran melalui program perkuliahan yang dirancang (X₁), mahasiswa diberikan tes keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen (O). Setelah pembelajaran berakhir, dapat diketahui keterlaksanaan penggunaan perangkat melalui hasil observasi dan peningkatan kreativitas mahasiswa melalui tes keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen (O).

Subjek penelitian adalah calon guru fisika yang mengontrak mata kuliah eksperimen fisika 1, pada salah satu LPTK di provinsi Maluku, tahun akademik 2013/2014. Subjek penelitian pada uji coba terbatas dipilih secara random *sampling* sebanyak 30 mahasiswa yang telah lulus mata kuliah eksperimen fisika 1; sedangkan uji coba lebih luas, melibatkan 65 mahasiswa dengan metode sensus, yang mengontrak mata kuliah eksperimen fisika 1, tahun akademik 2013/2014. Sebelum perlakuan (X₁), mahasiswa diberi tes keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen (O). Setelah pembelajaran berakhir dapat diketahui keterlaksanaan penggunaan perangkat melalui hasil observasi dan tes keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen (O).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi soal tes keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen, lembar observasi, kuesioner, dan pedoman wawancara. Sebanyak enam butir tes yang digunakan untuk mengukur kompetensi mahasiswa, terkait keterampilan berpikir kreatif mereka dalam mengeksplorasi kit peralatan praktikum, mengembangkan ragam praktikum untuk konsep yang sama, dan mengembangkan desain praktikum dalam pembelajaran fisika.

Terdapat empat AKBK mahasiswa yang diukur melalui tes tersebut yaitu: AKBK kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas, dan AKBK elaborasi; yang diadaptasikan dari literatur pembelajaran kreatif (Lawson, 1980; Guilford, 1988; Evans, 2003; LTSIN, 2004). Tes juga mengukur IKDB mahasiswa, meliputi IKDB untuk merumuskan topik praktikum, tujuan praktikum, menyusun dasar teori, prinsip dasar, *set up* peralatan, prosedur praktikum, teknik koleksi data, dan IKDB menyusun teknik analisis data.

Pemahaman konsep mahasiswa yang diukur, diadaptasikan dari Taksonomi Bloom Revisi menurut Anderson *et al.* (2001), dalam dimensi pengetahuan untuk indikator memberikan contoh, mengklasifikasi, dan indikator menjelaskan.

Analisis data kuantitatif peningkatan pemahaman konsep fisika mahasiswa dan peningkatan keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen diperoleh berdasarkan perhitungan *gain* yang dinormalisasi (<g>) yang dikembangkan Hake (1999). Persentase keterlaksanaan pembelajaran mahasiswa dan dosen dianalisis berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada setiap indikator jawaban oleh setiap observer, menurut Saul & Redish (1998). Instrumen kuesioner dan pedoman wawancara untuk menjangkau informasi guru, dosen, dan mahasiswa calon guru fisika dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif, yang terlebih dahulu ditransformasikan dengan *Method of Successive Interval* (MSI) sebagai syarat uji statistik pengolahan data (Hays, 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada studi pendahuluan dianggap bermanfaat sehingga informasinya dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penelusuran literatur tambahan, untuk mendukung pengembangan perangkat perkuliahan yang direncanakan. Proses ini dikaitkan juga dengan pola pengembangan pembelajaran kreatif, yang diadaptasikan dari Sternberg dan William (1996); dan penyesuaian terhadap penggunaan teori belajar yang dapat diterapkan, serta hasil-hasil penelitian untuk melengkapi proses perancangan program. Sesuai hasil analisis, maka dibuat empat tahapan pembelajaran yang disusun berdasarkan struktur pembelajaran formal, meliputi tahapan kegiatan pendahuluan, inti, dan kegiatan penutup.

Berdasarkan hasil studi literatur (Torrance, 1972; Guilford, 1988; Supriadi 1994; Jiazeng, *et al.* 1995; Reif, 1995; McDermott, 1999; Munandar, 1999; Evans, 2003; Santyasa, 2003; Etkina, 2005; Popper, 2005; Kim, 2006; Wening, 2006; Brewe *et al.* 2009; Abrahams & Millar, 2008; Trna dan Novak, 2010; Wang, 2011; Cheng, 2010; Danielsson, 2011; Nivalainen, *et*

al. 2013; Putra, 2013), diperoleh karakteristik perangkat perkuliahan eksperimen fisika yang dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mendesain praktikum fisika, meliputi: (1) Standar kompetensi; (2) Kompetensi dasar; (3) Indikator; (4) Bahan ajar; (5) Kegiatan belajar; (6) Media pembelajaran; (7) Evaluasi hasil belajar; dan (8) Sumber belajar.

Desain kegiatan pembelajaran disusun berdasarkan struktur pembelajaran formal meliputi kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup dalam SAP; dan diintegrasikan dalam bahan ajar, yang mengarah pada pencapaian kompetensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap mahasiswa (NRC, 2012; Ditjen Dikti 2008; NRC, 2000). Struktur pembelajaran tersebut dijabarkan dalam kegiatan *workshop*, yang dipandu melalui tiga pokok bahasan dengan lima sub topik, dan empat pola pembelajaran seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan analisis uji statistik beda dua rerata dengan Wilcoxon *Signed Rank Test* tentang pencapaian skor *pretest-posttest* mahasiswa, dapat diperoleh skor *gain* yang dinormalisasi ($<g>$) pemahaman konsep dalam bereksperimen seperti Tabel 2. Hasil tersebut diukur berdasarkan tiga indikator pemahaman konsep yang diidentifikasi dalam setiap IKDB, yaitu indikator mencontohkan, mengklasifikasikan, dan indikator menjelaskan.

Secara umum terjadi peningkatan untuk ketiga indikator pemahaman mahasiswa dengan $<g>$ sebesar 0,65 pada kriteria sedang. Meskipun demikian masih terdapat kekeliruan sejumlah mahasiswa terhadap pencapaian beberapa IKDB untuk memahami konsep-konsep dasar fisika. Kondisi ini memunculkan dugaan bahwa aktivitas mahasiswa dalam kegiatan inti belum dilakukan secara tepat, karena pemilihan materi kuliah yang berbeda dengan pengalaman belajar mereka sebelum pengembangan program. Temuan ini mendukung hasil

penelitian Trna dan Novak (2010) yang menunjukkan bahwa prestasi peserta didik akan meningkat bila didukung dengan aktivitas secara berimbang, dan pemilihan materi praktikum yang sesuai.

Persentase pencapaian indikator pemahaman konsep mahasiswa didasarkan pada jawaban mereka terhadap setiap IKDB. Misalnya mahasiswa diminta menyusun desain kegiatan praktikum berdasarkan gambar peralatan yang ditunjukkan dalam soal. Apabila topik praktikumnya benar, maka jawaban tersebut digolongkan sebagai pemahaman untuk indikator mencontohkan. Jika rumus topik praktikum dibarengi dengan penjelasan terhadap gambar peralatan dan bahan secara benar; maka jawaban mereka dikategorikan dalam indikator mengklasifikasikan, karena mampu mengidentifikasi gambar peralatan praktikum yang diberikan. Bila jawaban mereka dibuat dengan penjelasan tentang konsep-konsep yang dapat dipraktikkan hingga munculnya rumusan topik tersebut, maka jawabannya digolongkan sebagai indikator menjelaskan.

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat dinyatakan bahwa rumusan topik praktikum, tujuan, dan *set up* peralatan praktikum lebih banyak disebutkan mahasiswa. Kemampuan mereka untuk menjelaskan keterkaitan rumusan tersebut berdasarkan konsep-konsep, prinsip atau asas fisika yang dipelajari di SMA tidak dijelaskan secara rinci. Hal tersebut berdampak pada rendahnya skor pemahaman untuk indikator menjelaskan. Namun demikian, terdapat beberapa mahasiswa yang telah mampu merumuskan topik praktikum dengan penjelasan terhadap gambar peralatan yang diberikan secara benar, sehingga soal yang diselesaikan berdampak pada peningkatan indikator mengklasifikasikan. Dengan demikian pencapaian setiap IKDB pada setiap indikator pemahaman, dapat dipakai sebagai informa-

Tabel 1. Aktivitas perkuliahan dan *workshop* eksperimen fisika

No.	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Pola Pembelajaran
1.	Mengeksplorasi kit peralatan praktikum fisika	Penjelasan umum	Latihan terbimbing (LaB)
		Contoh-contoh/ <i>modeling</i>	
		Diskusi kelompok	
		Tugas individu	
		Tugas kelompok	
2.	Mengembangkan ragam praktikum untuk konsep yang sama	Penjelasan umum	Latihan terbimbing (LaB)
		Contoh-contoh/ <i>modeling</i>	
		Diskusi kelompok	
		Tugas individu	
		Tugas kelompok	
3.	Mengembangkan desain praktikum dalam pembelajaran fisika	Penjelasan umum	Latihan terbimbing (LaB)
		Contoh-contoh/ <i>modeling</i>	
		Diskusi kelompok	
		Tugas individu	
		Tugas kelompok	

Tabel 2. Rekapitulasi rerata skor <math>\langle g \rangle</math> peningkatan pemahaman konsep mahasiswa

Indikator Pemahaman Konsep Mahasiswa dalam Perkuliahan	Sebelum Implementasi				Setelah Implementasi			
	Tes Awal	Tes Akhir	$\langle g \rangle$	Kriteria	Tes Awal	Tes Akhir	$\langle g \rangle$	Kriteria
Memberikan contoh rumusan topik praktikum, tujuan, dan <i>set up</i> peralatan	39,3	75,6	0,60	Sedang	38,0	78,9	0,66	Sedang
Mengklasifikasi alat dan bahan, teknik koleksi data, dan teknik analisis data	34,7	71,6	0,57	Sedang	35,7	77,5	0,65	Sedang
Menjelaskan dasar teori, prinsip dasar, dan prosedur praktikum	30,7	69,8	0,56	Sedang	31,7	74,9	0,63	Sedang
Rerata	34,9	72,3	0,58	Sedang	35,1	77,1	0,65	Sedang

si untuk pembahasan karakteristik perangkat program perkuliahan eksperimen fisika yang dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep dasar fisika mahasiswa.

Sejumlah mahasiswa masih mencapai skor *posttest* lebih kecil dari *pretest*, dan hasil *posttest* yang sama dengan skor *pretest* mereka dalam memahami konsep-konsep dasar fisika melalui setiap IKDB terhadap indikator pemahaman yang diukur. Kondisi ini memunculkan dugaan bahwa sejumlah mahasiswa yang hasil *posttest*-nya lebih kecil dari skor *pretest* mereka belum mampu mengkonstruksikan makna konsep yang didesain; baik untuk IKDB merumuskan topik praktikum, tujuan praktikum, menyusun dasar teori, prinsip dasar, *set up* peralatan, alat dan bahan, prosedur praktikum, teknik pengumpulan data, maupun teknik analisis data. Temuan ini sejalan dengan penjelasan Dahar (2011) bahwa peserta didik dapat memahami konsep dalam pembelajaran, bila mereka mampu berpikir untuk mengkonstruksikan makna dari materi yang dipelajarinya.

Temuan tersebut juga berarti bahwa mahasiswa belum mampu mengidentifikasi peralatan dan bahan yang diberikan secara benar dalam IKDB menyusun alat dan bahan praktikum. Hasil ini mendukung temuan Pyatt dan Sims dan Sims (2007) yang menyebutkan bahwa tidak terdapat peningkatan signifikan pada skor pemahaman konsep mahasiswa yang terkait dengan diagnostik peralatan dalam kegiatan laboratorium *hands-on*.

Pendapat Feynman (1998) bahwa mahasiswa harus memiliki pengalaman secara mendalam untuk menganalisis hasil eksperimen seperti membuat grafik atau memberikan gambaran tentang hubungan antarvariabel. Dalam hal ini, terkait pencapaian IKDB menyusun teknik analisis data. Mahasiswa yang memiliki skor *posttest* lebih kecil dari skor *pretest* memberi arti bahwa mereka belum optimal dalam mengidentifikasi konsep esensial dari

perbedaan struktur yang lebih besar.

Kebiasaan menghafal fakta nampak masih terjadi, ditandai dengan pencapaian skor *posttest* mahasiswa yang sama dengan skor *pretest* mereka dalam setiap IKDB. Hal ini berarti bahwa sikap mahasiswa dalam memahami konsep belum dianggap sebagai bagian penting yang terkait dengan kompetensinya. Temuan ini mendukung penelitian Zhaoyao (2002); Wenning dan Wenning (2006) bahwa mahasiswa sering menghafal fakta dalam pembelajaran fisika, dan cenderung tidak memahami konsep karena tidak didahului dengan sikap positif terhadap konsep tersebut. Terkait dengan hal ini, Widodo (2006) menguraikan bahwa indikator mengklasifikasi menjadi pengetahuan dasar bagi peserta didik untuk memahami informasi berdasarkan pengalamannya. Tanpa adanya kemampuan melakukan identifikasi secara benar, mereka akan kesulitan dalam belajar.

Pencapaian skor *posttest* mahasiswa yang sama dengan skor *pretest* mereka dalam setiap IKDB mengartikan bahwa mereka belum mampu mengidentifikasi konsep esensial. Temuan ini mendukung penjelasan Wenning (2006) bahwa penggunaan logika penemuan ilmiah seperti pemahaman konsep dasar secara operasional, harus dimaknai peserta didik untuk menyusun teknik koleksi data, sebagai bagian dari kegiatan praktikum fisika. Hal ini juga didukung dengan penjelasan Brewe *et al.* (2009) bahwa metode ilmiah yang biasanya digunakan mahasiswa dalam menginterpretasikan hasil praktikum, sering menjadi kesulitan cukup signifikan karena kurangnya ketelitian dalam mengidentifikasi sejumlah variabel fisis.

Meskipun demikian terdapat sejumlah mahasiswa yang mencapai hasil *posttest* lebih besar dari skor *pretest*-nya, sehingga dapat dinyatakan bahwa pemahaman konsep mereka pada setiap IKDB menjadi meningkat sebagai akumulasi dari proses ilmiah. Sejalan dengan pernyataan ini Santyasa (2003) menje-

Tabel 3. Rekapitulasi rerata skor $\langle g \rangle$ peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa

AKBK	IKDB	Sebelum Implementasi				Setelah Implementasi			
		Tes Awal	Tes Akhir	$\langle g \rangle$	Kriteria	Tes Awal	Tes Akhir	$\langle g \rangle$	Kriteria
Kelancaran	Topik praktikum	45,61	70,60	0,46	Sedang	21,3	76,5	0,70	Tinggi
	Tujuan praktikum	42,82	68,33	0,45	Sedang	24,3	78,9	0,72	Tinggi
	Set up peralatan	13,62	49,86	0,42	Sedang	17,5	59,8	0,51	Sedang
Fleksibilitas	Topik praktikum	18,11	45,79	0,34	Sedang	22,1	57,3	0,45	Sedang
	Tujuan praktikum	17,70	46,83	0,35	Sedang	23,0	62,5	0,51	Sedang
	Set up peralatan	18,32	49,31	0,38	Sedang	20,8	54,0	0,42	Sedang
	Alat dan bahan	12,33	53,87	0,47	Sedang	22,5	66,3	0,57	Sedang
	Teknik koleksi data	15,34	41,30	0,31	Sedang	18,9	56,5	0,46	Sedang
Orisinalitas	Teknik analisis data	14,35	42,11	0,32	Sedang	19,0	54,7	0,44	Sedang
	Topik praktikum	13,32	45,61	0,37	Sedang	18,1	59,0	0,50	Sedang
	Tujuan praktikum	15,43	51,44	0,43	Sedang	19,7	57,6	0,47	Sedang
	Set up peralatan	11,91	41,34	0,33	Sedang	12,9	45,3	0,37	Sedang
	Alat dan bahan	11,35	49,15	0,43	Sedang	14,6	60,7	0,54	Sedang
	Prosedur praktikum	18,67	50,16	0,39	Sedang	15,0	57,3	0,50	Sedang
	Teknik koleksi data	12,40	43,60	0,36	Sedang	13,2	46,1	0,38	Sedang
Elaborasi	Teknik analisis data	19,69	47,14	0,34	Sedang	14,0	45,3	0,36	Sedang
	Dasar teori	20,72	48,34	0,35	Sedang	12,6	56,3	0,50	Sedang
	Prinsip dasar	25,25	50,20	0,33	Sedang	10,0	44,1	0,38	Sedang
	Prosedur praktikum	22,22	55,91	0,43	Sedang	11,6	58,3	0,53	Sedang
Rerata total AKBK dan IKDB		19,43	50,05	0,38	Sedang	17,4	57,7	0,49	Sedang

laskan bahwa pemahaman konsep fisika mahasiswa dalam praktikum dapat terjadi, ketika mereka mampu menjalankan proses ilmiah sebagai pengetahuan tentang analisis kesalahan dan interpretasi data. Temuan tersebut juga selaras dengan penjelasan Popper (2005) bahwa mahasiswa akan mampu melakukan observasi dan interpretasi teori secara optimal jika mereka menyadari tentang masalah yang harus dipecahkan, dan berlatih dalam menelusuri berbagai literatur tentang masalah tersebut. Dengan demikian dapat disebutkan bahwa kesiapan mahasiswa dalam menganalisis hubungan antarkonsep-konsep fisika yang dapat dipraktikkan telah dijalani secara baik selama implementasi program; namun perlu dilakukan analisis terhadap pola berpikir kreatif mereka dalam pencapaian setiap IKDB, sehingga terakumulasi sebagai hasil pembelajaran dalam meningkatkan kreativitas mendesain kegiatan praktikum fisika.

Peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dalam bereksperimen dapat diketahui berdasarkan pencapaian setiap IKDB terhadap AKBK mereka. Rerata *gain* yang dinormalisasi ($\langle g \rangle$) keterampilan berpikir kreatif mahasiswa untuk pencapaian setiap IKDB terhadap AKBK mereka menunjukkan peningkatan sebesar 0,49 pada kriteria sedang seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Capaian tersebut terjadi demikian karena terdapat perbedaan dan kesamaan antara skor *posttest* dengan skor *pretest* mahasiswa untuk setiap IKDB terhadap AKBK mereka.

Masih kelirunya mahasiswa dalam me-

nyusun rancangan praktikum, menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan harus diperbaiki. Kegiatan ilmiah yang selama ini dilatihkan belum mampu diaplikasikan oleh sejumlah mahasiswa secara optimal. Tahap kegiatan eksperimen ke arah berpikir tingkat tinggi menurut Wenning (2006) sebagai pola pembelajaran di laboratorium fisika yang telah dipaparkan dalam bahan ajar, juga belum sepenuhnya diikuti mahasiswa.

Tinjauan dari substansi bereksperimen, mahasiswa belum optimal dalam mengamati suatu fenomena yang bukan saja terletak pada eksperimen tersebut, tetapi juga bergantung pada cara berpikir tentang bagaimana menjelaskan hubungan sebab-akibat tentang fenomena itu. Dengan kata lain, proses mengamati bukan saja menggunakan mata fisik tetapi juga dengan mata pikiran. Landasan teoretis yang berkaitan dengan pengembangan program perkuliahan eksperimen fisika memerlukan proses mental mahasiswa yang diadaptasikan dari transformasi pengetahuan seperti dijelaskan Gardner (1999). Dalam hal ini Novak dan Gowin (1985) menjelaskan bahwa mengajar bukan saja berfokus pada *how to teach* tetapi harus lebih diorientasikan pada *how to stimulate learning* dan *learning how to learn*. Salah satu penyebab kondisi mahasiswa yang demikian adalah munculnya ketidakpahaman mereka tentang bagaimana hakikat sains harus digunakan sebagai landasan teoretis dalam memahami fisika.

Hasil penelitian Trna dan Novak (2010) tentang motivasi efektif terhadap praktikum da-

lam pendidikan fisika mendukung temuan penelitian ini, yang menunjukkan bahwa kegiatan praktikum yang diselenggarakan guru atau dilakukan calon guru fisika tidak selalu tepat dan cukup untuk pengembangan keterampilan dan pengetahuan siswa dalam mempelajari fisika. Motivasi belajar siswa meningkat bila guru atau calon guru fisika mampu menggunakan teknik pembelajaran yang efektif, dengan melihat kesesuaian antara pedagogik konstruktivisme, dan materi praktikum.

Sejalan dengan pernyataan tersebut, maka teori belajar perilaku dan teori belajar kognitif yang telah dikembangkan para ahli dapat dijadikan landasan teoretis pengembangan program perkuliahan dimaksud. Teori belajar perilaku yang dikembangkan Pavlov, Thorndike, Skinner, dan Bandura untuk memahami perilaku mahasiswa dalam pembelajaran perlu dijadikan pijakan secara saksama. Dalam hal ini meskipun keterlaksanaan kegiatan perkuliahan yang dilakukan dosen dan mahasiswa nampak sudah optimal, namun beberapa perilaku yang tidak nampak seperti yang dikemukakan Yamin (2013); Dahar (2011); dan Gredler (2011), perlu menjadi bahan pertimbangan guna perbaikan kualitas pembelajaran. Teori belajar kognitif menurut Bruner, Ausubel, dan Gagne, juga harus dijadikan sebagai penyeimbang dalam proses perkuliahan saat ini untuk mempelajari perilaku-perilaku mahasiswa yang tidak tampak. Dengan demikian maka pemahaman konsep dan aspek keterampilan berpikir kreatif yang perlu dibekalkan bagi mahasiswa calon guru fisika, harus diterapkan berdasarkan landasan teori belajar kognitif; sedangkan teori belajar perilaku digunakan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam pengembangan kegiatan bereksperimen.

Berdasarkan hasil analisis keterlaksanaan program perkuliahan melalui perangkat yang telah dikembangkan, ternyata cakupan konsep fisika sebagai prasyarat perkuliahan menjadi penyebab utama kekeliruan sebagian mahasiswa. Tercapainya peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebagai acuan terjadinya peningkatan kreativitas mereka dalam mendesain kegiatan praktikum, tidak terlepas dari intervensi pembelajaran yang memberikan ruang bagi mereka untuk beraktivitas secara kolaboratif maupun individu. Dalam proses ini mahasiswa telah belajar secara produktif untuk mengkonstruksikan pengetahuan mereka berdasarkan ide-ide yang dimunculkan tentang bagaimana mendesain kegiatan praktikum fisika.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat perkuliahan yang dikembangkan dapat memberikan suatu kemajuan belajar bagi mahasiswa secara bermakna sehingga dapat melatih mereka untuk berpikir melalui berbagai cara. Peningkatan AKBK kelancaran mahasiswa lebih dipengaruhi oleh aktivitas mereka yang dibimbing melalui perangkat program perkuliahan untuk setiap IKDB melalui pola pembelajaran latihan terbimbing. Hasil ini mendukung temuan penelitian Cheng (2004) yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kreativitas siswa secara signifikan pada aspek kelancaran; setelah mereka diberi perlakuan melalui instruksi praktikum dengan pola pembelajaran latihan terbimbing.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa yang tidak beraktivitas secara maksimal pada tahap penjelasan umum, dan diskusi kelompok, berpotensi melakukan analisis berdasarkan penalaran mereka sendiri untuk menyelesaikan tugas individu; yang tidak mengacu pada hasil pengamatan dan analisis secara ilmiah. Hal ini sejalan dengan penjelasan Danielsson (2011) bahwa kegiatan praktikum fisika akan berdampak pada model wacana mahasiswa yang didasarkan pada pelaksanaan praktikum dan analisis, berdasarkan penalaran dan pengalaman mereka sendiri terhadap konsep-konsep dasar fisika saat beraktivitas.

Sejumlah mahasiswa yang mencapai hasil *posttest* lebih kecil dari hasil *pretest* mereka, juga disebabkan karena kekeliruan dalam memahami konsep atau menjelaskan hubungan antarkonsep yang akan diaplikasikan dalam proses mendesain kegiatan praktikum fisika. Temuan ini selaras dengan penelitian Nivalainen *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa keberhasilan mahasiswa dalam praktikum terbentuk dari keberhasilan pelaksanaannya, dan desain materi pembelajaran sebagai pengalaman beraktivitas; sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajar mereka.

Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Wang (2011) bahwa perbedaan keterampilan berpikir kreatif yang sering berbeda adalah pada aspek elaborasi. Kemampuan ini terungkap melalui ekspresi diri dan keyakinan terhadap hasil praktikum mereka. Pola berpikir kreatif menurut Sternberg & Williams (1996) yang diadaptasikan untuk dikembangkan dalam program perkuliahan, cukup berpengaruh terhadap peningkatan kreativitas mereka, walaupun pencapaiannya secara keseluruhan berada pada kriteria sedang.

Perangkat perkuliahan yang telah dikembangkan dalam perkuliahan juga mendukung hasil penelitian Koray dan Köksal (2009) untuk menguji pengaruh penerapan metode praktikum berbasis berpikir kreatif dan kritis terhadap kemampuan berpikir kreatif dan logis calon guru pada aspek: *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*; yang menunjukkan bahwa kelas laboratorium yang diberi perlakuan berbasis berpikir kreatif dan kritis lebih berhasil dari kelas tradisional yang hanya diberi perlakuan dengan metode laboratorium. Hal ini juga sesuai dengan penjelasan Sternberg (2006) tentang sifat alami dari pemikir kreatif yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran.

Hasil penelitian yang dilakukan Potur dan Barkul (2009) tentang perbedaan gender dalam pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kreatif yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara mahasiswa pria dan wanita dalam pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kreatif; juga sejalan dengan temuan penelitian ini. Artinya, peningkatan keterampilan berpikir kreatif sebagai acuan peningkatan kreativitas mahasiswa hanya dipengaruhi oleh aktivitas pembelajaran dan materi perkuliahan yang diterapkan.

Hasil penelitian Giampietro dan Cavallera (2006) dalam mengkaji tentang tingkat berpikir kreatif siswa di waktu pagi, siang, dan sore hari yang menunjukkan bahwa aspek orisinalitas lebih tinggi di saat sore hari; tidak dapat ditemukan dalam penelitian ini, karena peningkatan aspek orisinalitas mahasiswa yang ditemukan lebih mengarah pada kebiasaan mereka dalam mengikuti aktivitas pembelajaran berdasarkan substansi materi yang dikembangkan dalam program perkuliahan.

Hasil penelitian ini juga mendukung hasil penelitian Purwanto (2011) tentang pengembangan alat praktikum fisika untuk meningkatkan kreativitas guru dan calon guru fisika, yang menunjukkan bahwa kreativitas mereka dapat ditingkatkan jika guru dan calon guru fisika mampu menggunakan peralatan yang sudah ada, mendesain alat baru, atau menyusun LKS untuk kegiatan eksperimen.

Peningkatan pemahaman konsep-konsep dasar fisika mahasiswa dan keterampilan berpikir kreatif mereka dalam bereksperimen juga dicapai secara lebih optimal, jika cakupan materi yang dipelajari dapat diidentifikasi ketercapaiannya. Berdasarkan contoh-contoh cakupan materi yang dikembangkan mahasiswa dalam perkuliahan, maka dapat diketahui sejauh mana kemampuan mereka untuk

meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen, sekaligus sebagai upaya mewujudkan kreativitas menyusun desain praktikum dan pemahaman konsep tersebut.

Sejumlah *modeling* yang diterapkan bagi mahasiswa, nampak dapat melatih keterampilan berpikir mereka sebagai pembelajaran yang bermakna. Mengacu pada peningkatan pemahaman konsep dan peningkatan keterampilan berpikir kreatif, maka dapat disebutkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa boleh saja meningkat, tetapi kreativitas yang diwujudkan dari peningkatan keterampilan berpikir kreatif dalam bereksperimen belum tentu terjadi secara optimal. Dengan kata lain, mahasiswa yang cerdas belum tentu kreatif, tetapi sebaliknya mahasiswa yang kreatif lebih cenderung berperilaku cerdas.

Di sisi lain masih terdapat pula sejumlah prasyarat perilaku agar seorang mahasiswa mampu menyandang predikat sebagai calon guru fisika yang kreatif dalam menyelenggarakan kegiatan praktikum. Prasyarat-prasyarat tersebut sejalan dengan apa yang dijelaskan Ai-Girl dan Lai-Chong (1991); Guilford (1998); Munandar (1999); Yan-Piaw (2004); Adir (2007); Awang & Ramly (2008); bahwa sikap seseorang dalam menyampaikan gagasan-gagasan kreatifnya untuk diwujudkan sebagai tindakan kreatif, jika ia mampu beraktivitas berdasarkan pandangan dari empat dimensi komponen kreatif meliputi: dimensi *person*, proses, produk, dan dimensi *press*.

Berdasarkan temuan ini, muncul dugaan bahwa program perkuliahan yang dikembangkan bagi mahasiswa calon guru pada salah satu program studi Pendidikan Fisika di provinsi Maluku, semestinya belum dapat diorientasikan pada konsep-konsep fisika *intermediate*. Hal ini didasarkan pada desain praktikum mahasiswa yang ternyata belum mengarah pada substansi konsep dimaksud. Dugaan ini diperkuat oleh hasil uji coba terbatas yang diterapkan bagi mahasiswa yang telah lulus mata kuliah eksperimen fisika 1, ternyata mereka pun belum mampu menyusun desain praktikum tentang konsep-konsep fisika *intermediate*. Saat uji coba lebih luas bagi mereka yang mengontrak mata kuliah eksperimen fisika 1, hal tersebut terulang lagi. Dengan demikian konsep mata kuliah mekanika tidak harus dijadikan prasyarat untuk pengembangan program perkuliahan eksperimen fisika pada program studi dimaksud, jika ingin meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mendesain kegiatan praktikum. Kondisi tersebut juga terjadi untuk

konsep-konsep mata kuliah gelombang dan optik, listrik dan magnet, dan konsep mata kuliah termodinamika sebagai kelompok mata kuliah *intermediate* atau fisika siklus dua.

PENUTUP

Berdasarkan hasil temuan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Karakteristik perangkat perkuliahan eksperimen fisika memiliki tiga struktur materi pembelajaran, yaitu: (a) Eksplorasi kit peralatan praktikum fisika; diarahkan untuk melatih ide kreatif mahasiswa tentang bagaimana mendesain kegiatan praktikum untuk konsep tertentu, melalui pemanfaatan kit peralatan praktikum fisika sekolah lainnya bila peralatan utama pada konsep yang akan dipraktikkan tidak ada; (b) Ragam praktikum untuk konsep yang sama; diarahkan untuk melatih ide-ide kreatif mahasiswa dalam mendesain kegiatan praktikum pada konsep yang sama, namun dapat diselenggarakan dengan metode yang beragam, dengan memanfaatkan kit peralatan praktikum fisika dan peralatan lain di luar kit; (c) Desain praktikum dalam pembelajaran fisika; diarahkan untuk melatih ide-ide kreatif mahasiswa dalam mengembangkan desain praktikum verifikasi dan inkuiri terbimbing, melalui pemanfaatan bentuk desain praktikum yang telah ada, atau menyusun desain praktikum lain berdasarkan kebutuhan materi; (2) Karakteristik perangkat perkuliahan yang dikembangkan juga ditandai dengan pola pembelajaran latihan terbimbing, sintesis ide-ide, aplikasi ide-ide, dan pengujian ide-ide; yang diterapkan dalam urutan kegiatan pembelajaran, meliputi: (a) Penjelasan umum, melalui pola pembelajaran latihan terbimbing; (b) Contoh-contoh atau *modeling*, dengan pola; (c) Diskusi kelompok; (d) Tugas individu; dan (e) Tugas kelompok; (3) Cakupan materi perkuliahan fisika *intermediate* tidak dapat diterapkan untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mendesain kegiatan praktikum melalui perangkat yang dikembangkan, karena karakteristik konsep yang dianalisis mahasiswa sulit untuk diwujudkan melalui perilaku berpikirnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of The Effectiveness of Practical Work as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*, 30(14): 1945–1969.
- Adir, J. (2007). *Berpikir Kreatif – Berpikir Sukses*. Penerjemah: Izi Ibrahim 2009. Yogyakarta: Rumpun Press.
- Ai-Girl, T. & Lai-Chong, L. (1991). *Creativity for Teachers: Teaching and Learning Series*. Singapore: Marshall Cavendish International.
- Anderson, W. L., Krathwohl, R. D., et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Abridged Edition. United States: Addison Wesley Longman, Inc.
- Awang, H & Ramly, I. (2008). Creative Thinking Skill Approach Through Problem-Based Learning: Pedagogy and Practice in the Engineering Classroom. *International Journal of Human and Social Sciences*, 3(1).
- Brewe, E., Kramer, L., and O'Brien, G. (2009). Modeling Instruction: Positive Attitudinal Shifts in Introductory Physics Measured with Class. *Physics Review Special Topics Physics Educational Resource*. 5(1): 013102.
- Cheng, M. Y. V. (2004). Developing Physics Learning Activities for Fostering Student Creativity in Hong Kong Context. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching Journals*. 5(8).
- Cheng, M. Y. V. (2010). Teaching Creative Thinking in Regular Science Lessons: Potentials and Obstacles of Three Different Approaches in an Asian Context. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1): 1-17.
- Cockman, J. (2008). *Cookbook vs. Inquiry*. TAP-L Discussion Group. (Online) (Tersedia: <http://www.lists.nesu.edu/cgi-bin/digest?list1>, diakses, 18/01/2012).
- Creswell, W. J. & Clark, P. L. V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. London: Sage Publications, Inc.
- Cropley A. J. & Cropley, D. H. (2008). Fostering and Measuring Creativity and Inn-ovation: Individuals, Organisations and Products. *Cambridge Journal of Education*, 38: 355-373.
- Dahar, R. W. (2011). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Danielsson, A. T. (2011). Characterising the Practice of Physics as Enacted in University Student Laboratories Using 'Discourse Models' as an Analytical Tool. *Nordina Journals* 7(2) Faculty of Education, University of Cambridge, UK.
- Ditjen Dikti, (2008). *Kurikulum Pendidikan MIPA S-1*. Jakarta: Dikti.
- Etkina, E., Murthy, S. and Zou, X. (2006). Using Introductory Labs to Engage Students in Experimental Design, *American Journal of Physics*, 74: 979.
- Evans, J. R. (2003). *Creative Thinking: In the Decision and Management Sciences*. University of Cincinnati Singapore: South-Western Publishing Co.
- Feynman, R. (1998) Goals of the Introductory Physics Laboratory. *Association of Physics Teachers. American Journals Physics*. 66(6).

- Gall, M. D., Gall, J. P., Borg, W. R. (2003). *Education Research: An Introduction*. Seventh edition. Boston: Pearson Education, Inc.
- Gardner, H. (1999). *The Discipline Mind: What All Students Should Understand*. New York: Simon & Schuster Inc.
- Giampietro, M. & Cavallera G. M. (2006). Morning and Evening Types and Creative Thinking. *Elsevier Journals*, 453-463.
- Gredler, M. E. (2011). *Learning and Instruction: Teori dan Aplikasi*. Alih Bahasa: Tri Wibowo. Jakarta: Kencana Prenanda Media Group.
- Guilford, J. P. (1977). *Way Beyond the IQ*. Buffalo, New York: Creative Learning Press.
- Guilford, J. P. (1988). Some Changes in the Structure of Intellect Model. *Educational and Psychological Measurement Journals*, 48: 1-4.
- Gunawan. (2010). Model Pembelajaran Berbasis MMI untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Calon Guru pada Materi Elastisitas. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2(1): 11-21.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Charge/Gain Score* [Online]. Tersedia: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>. [27 Desember 2013].
- Hays, W. L. (1976). *Quantification in Psychology*. New Delhi: Prentice Hall.
- Jiazeng, Li., Yanbao Li., Yi, Chen., Wenxian, Wei. (1995). *Evaluating of Creative Thinking of Students and Creativity Development*. Southeast University, China.
- Kim, K. H. (2006). Can We Trust Creativity Tests? A Review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1): 3-14.
- Koray, Ö & Köksal, S. M. (2009). The Effect of Creative and Critical Thinking Based Laboratory Applications on Creative and Logical Thinking Abilities of Prospective Teachers. *Journal of Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 10(1): 1-8.
- Learning and Teaching Scotland and the Idea Network (LTSIN)*. (2004). *Learning Thinking*. Scotland: Learning and Thinking School.
- Lawson, A. E. (1980). *Science Education Information Report, 1980 AETS Yearbook The Psychology of Teaching for Thinking and Creativity*. Ohio: Clearinghouse.
- McDermott, C. L. (1999). A Perspective on Teacher Preparation in Physics and Other Sciences. *American Journal of Physics*. 58(8).
- Munandar, S. C. U. (1999). *Kreativitas dan Keberbakatan: Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif dan Bakat*. Jakarta: Bina Aksara.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and The National Science Education Standard A Guide for Teaching and Learning*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. (NRC). (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nivalainen, V., Asikainen, M. A., and Hirvonen, P. E. (2013). Preservice Teachers Objectives and Their Experience of Practical Work. *Physical review special topics—physics education research*. *American Physical Society*, 10.1103/Phys-Rev-STPER.9.010102.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1985). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Popper, K. (2005). *The Logic of Scientific Discovery*. This edition published. New York: The Taylor & Francis e-Library.
- Potur, A. A. & Barkul, Ö. (2009). Gender and Creative Thinking in Education: A Theoretical and Experimental Overview. *Journal of ITU A[Z]*. Vol: 6 No: 244-57-2009-2.
- Putra, S. R. (2013). *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Purwanto, B. (2011). *Pentingnya Kreativitas Guru dan Calon Guru Fisika SMA da-lam Upaya Pengembangan dan Pengadaan Alat Demonstrasi/Eksperimen untuk Menjelaskan Konsep Dasar Fisika*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, 14 Mei 2011-FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Pyatt, K & Sims, R. (2007). Learner Performance and Attitude in Traditional versus Simulated Laboratory Experiences. *Proceedings Ascilite Singapore 2007: Full paper. pp. 870-879*.
- Reif, F. (1995). Millikan Lecture 1994: Understanding an Teaching Important Scientific Thought Processes. *American Journal of Physics*. 63 (1).
- Santayasa, I W. (2003). *Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Sebagai Alternatif Implementasi KBK*. Makalah. Disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran, 22-23 Agustus 2003. Yogyakarta.
- Saul, J and Redish, E. (1998) *An Evaluation of the Workshop Physics Dissemination Project*. Unpublished report, Dep. of Physics, University of Maryland.
- Supriadi, Dedi (1994), *Kreativitas, Kebudayaan & Perkembangan Iptek*. Bandung: Alfabeta.
- Sternberg, J. R. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1): 87-98.
- Sternberg, J. R., & Williams, M. V. (1996). *How to Develop Student Creativity. The Association for Supervision and Curriculum Development*. (Online). (Tersedia: <http://www.ozpk.tripod.com/c-opyright.html>, diakses 16 Januari 2012).
- Torrance, E. P. (1972) Scientific Views of Creativity and Factors Affecting Its Growth. *The MIT Press on behalf of American Academy of Arts & Sciences Daedalus Journals*, 94(3): 663-681.
- Trna, J., & Novak, P. (2010). *Motivational Effectiveness of Experiments in Physics Education*. Masaryk University, Faculty of Education,

- Brno, Czech Republic.
- Utari, S. (2010). *Pengembangan Program Perkuliahan untuk Membekali Calon Guru dalam Merencanakan Kegiatan Eksperimen Fisika di Sekolah Menengah*. Disertasi. Tidak diterbitkan. Bandung: PPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- Wang, Y. A. (2011). Contexts of Creative Thinking: A Comparison on Creative Performance of Student Teachers in Taiwan and the United States. *Journal of International and cross-Cultural Studies*. 2(1).
- Wattimena, H. S., Suhandi, A., Setiawan, A. (2014). Profil Penyelenggaraan Praktikum Fisika Sekolah Sebagai Penyiapan Mengembangkan Kreativitas Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Dasar PGSD FKIP Unpatti*. 2(6).
- Wenning, C. J. (2006). A Framework for Teaching The Nature of Science. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3): 3-10.
- Wenning, C. J. & Wenning, R. (2006). A Generic Model for Inquiry-Oriented Labs in Post-secondary Introductory Physics. *Journal of Physics Teacher Education*.
- Wenno, I. H., Wattimena, H. S., Watuguly, Th. W. (2009). *Penelitian dan Pengembangan Model Modul (LKS Eksperimen dan LKS non Eksperimen Berbasis Problem Solving Method) di SMP Se Provinsi Maluku*. Penelitian Hibah Bersaing Dikti 2007-2009.
- Widodo, A. (2006). Taksonomi Bloom dan Pengembangan Butir Soal. *Buletin Puspendik*. 3(2): 18-29.
- Wiyanto, (2005-b). Pengembangan Kemampuan Merancang Kegiatan Laboratorium Fisika Berbasis Inkuiri bagi Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Universitas Negeri Semarang – Jurusan Fisika FMIPA*. Semarang.
- Yamin, H. M. (2013). *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Yan-Piaw, C. (2004). *Creative and Critical Thinking Styles*. Malaysia: UPM.
- Zhaoyao, M. (2002). Physics Education for the 21st Century: Avoiding a Crisis. *Physics Education*. 37(1): 7-8.