

PENGEMBANGAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA BAGI SISWA SMA DENGAN PEMBERDAYAAN MODEL PERUBAHAN KONSEPTUAL BERSETING INVESTIGASI KELOMPOK

Oleh
Prof. Dr. I Wayan Santyasa, M.Si
Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Ganesha

Abstrak

Penelitian ini bertujuan (1) mendeskripsikan pemahaman konsep (PK) dan kemampuan pemecahan masalah (KPM) fisika bagi siswa, (2) menganalisis keunggulan model perubahan konseptual (MPK) dibandingkan dengan model pembelajaran linier (MPL) dalam pencapaian PK dan KPM, (3) menganalisis keunggulan seting *group investigation* (GI) dibandingkan dengan model *student team achievement divisions* (STAD) dalam pencapaian PK dan KPM, (4) menganalisis interaksi antara model dan seting pembelajaran dalam pencapaian PK dan KPM, dan (5) memformulasikan bangunan teori pembelajaran yang dapat mengakomodasi pengembangan PK dan KPM bagi siswa SMA. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen kuasi versi faktorial 2×2 *pretes-posttest nonequivalent control group design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas I SMA Negeri di Kabupaten Buleleng tahun pelajaran 2008/2009. Sampel penelitian adalah empat kelas pada empat SMA yang ditetapkan berdasarkan teknik *cluster random sampling*. Data PK dikumpulkan dengan 10 butir tes PK dan data KPM dikumpulkan dengan 10 butir tes KPM. Data dianalisis secara deskriptif dan statistik MANCOVA faktorial 2×2 dengan skor-skor pretes sebagai kovariat. Teknik analisis menggunakan program SPSS-PC 10.0 for Windows. Pengujian hipotesis nol dilakukan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan temuan-temuan sebagai berikut. (1) Secara deskriptif kelompok MPK-GI paling unggul dalam pencapaian PK dan KPM. (2) Terdapat perbedaan yang signifikan PK dan KPM antara siswa pada kelompok MPK dibandingkan dengan MPL. PK dan KPM siswa pada kelompok MPK lebih tinggi dibandingkan kelompok MPL. (3) Terdapat perbedaan yang signifikan PK dan KPM antara siswa pada seting GI dan seting STAD. Siswa dalam seting GI menunjukkan PK dan KPM lebih tinggi dibandingkan seting STAD. (4) Terdapat pengaruh interaktif model dan seting pembelajaran terhadap PK dan KPM. MPK cenderung lebih berinteraksi dengan seting GI dalam pencapaian PK dan KPM. (5) Teori pengembangan PK dan KPM dibangun berdasarkan sinergi antara teori *conceptual change model* dan *group investigation*.

Kata-kata kunci: model perubahan konseptual, investigasi kelompok, pemahaman konsep, dan kemampuan pemecahan masalah

Abstract

This research aim at (1) describing students' conceptual understanding (CU) and their problem solving ability (PSA) in learning physics, (2) analysing conceptual change excellence which was compared with linear learning model (LLM) in achieving the CU and the PSA, (3) analysing group investigation (GI) setting excellence which was compared with student team achievement divisions (STAD) setting in achieving the CU and the PSA, (4) analysing interactive effect of the learning model and setting on the CU and the PSA, and (5) formulating learning theory to develop the SMA students' CU and their PSA. The research utilized a quasi experimental of the 2×2 factorial version with *pretres-posttest nonequivalent control group design*. The population of the research were the first class of SMA students in Buleleng regency in the academic year 2008/2009. The sample were chose of 4 classes by cluster random sampling technique from the 4 SMAs. The CU data were collected by 10 items of CU test and to collect the PSA data, the 10 items of PSA test was used. To analyse the data, the descriptive and the MANCOVA statistics of the 2×2 factorial were used where the pretest scores were utilized as a covariat. To analyse the data, the SPSS-PC 10.0 for Windows program was used. To test the nol hypothesis, the 5% significance level was used. The results of the research showed findings as follows. (1) The CCM-GI group was the most excellent in achieving the CU and the PSA descriptively. (2) There was a significant different of the CU and the PSA between the CCM and the LLM groups, where the students' CU and their PSA of the CCM group was higher than LLM group. (3) There was a significant different of the CU and the PSA between the GI and the STAD settings, where the students' CU and their PSA in the GI setting was higher than the STAD setting. (4) There was an interactive effect of the learning model and setting on the CU and the PSA, where the CCM more interact with the GI setting in achieving the CU and the PSA. (5) The theory to develop the CU and PSA can be constructed by integrating the CCM and the GI theories.

Key words: conceptual change model, group investigation, conceptual understanding, and problem solving ability

Pendahuluan

Gagasan pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa SMA dilandasi oleh beberapa konsepsi teoretis. (1) Konsepsi fisika merupakan subyek yang senantiasa mengalami perubahan (Wenning, 2006). (2) *Learning physics is not about memorizing facts, it is about comprehension and mathematics* (Zhaoyao, 2002:8). (3) *Learning physics requires learning to do the problems* (Oman &

Oman, 1997:xvii). (4) *Effort to solve problem and apply meaningful knowledge must be preceded by positive attitude and effort to understand it* (Simon, 1996:94). (5)

Berdasarkan penjelasan teoretis tersebut, pemahaman (*understanding*) merupakan kata kunci dalam pembelajaran. Beberapa konsepsi teoretis yang melandasi kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut. (1) Konsepsi belajar mengacu pada pandangan konstruktivistik, bahwa *understanding construction* menjadi lebih penting dibandingkan dengan *memorizing fact* (Abdullah & Abbas, 2006; Brook & Brook, 1993; Jonassen, 1999; Mayer, 1999; Morrison & Collins, 1996; Riesbeck, 1996). (2) *Rote learning leads to inert knowledge—we know something but never apply it to real life*” (Heinich, et al., 2002). (3) Salah satu tujuan pendidikan adalah memfasilitasi peserta didik *to achieve understanding* yang dapat diungkapkan secara verbal, numerikal, kerangka pikir positivistik, kerangka pikir kehidupan berkelompok, dan kerangka kontemplasi spiritual (Gardner, 1999a). (4) *Understanding is knowledge in thoughtful action* (Perkin & Unger, 1999:95). (5) Pemahaman adalah suatu proses mental terjadinya adaptasi dan transformasi ilmu pengetahuan (Gardner, 1999b). (6) Pemahaman merupakan landasan bagi peserta didik untuk membangun *insight* dan *wisdom* (Longworth, 1999:91). (7) Pemahaman merupakan indikator unjuk kerja yang siap direnungkan, dikritik, dan digunakan oleh orang lain (Gardner, 1999). (8) Pemahaman merupakan perangkat baku program pendidikan yang merefleksikan kompetensi (Yulaelawaty, 2002). (9) Pemahaman muncul dari hasil evaluasi dan refleksi diri sendiri (Wenning, 2006).

Dengan demikian, pemahaman sebagai representasi hasil pembelajaran menjadi sangat penting. Landasan teoretis sebagai alternatif pijakan dalam mengemas pembelajaran untuk pemahaman (*learning for understanding*) sekaligus dalam pengembangan kemampuan pemecahan masalah fisika adalah sebagai berikut. (1) Tiga wawasan berpikir dalam pembelajaran fisika: (1) *to present subject matter is not teaching*, (2) *to store stuff away in the memory is not learning* (3) *to memorize what is stored away is not proof of understanding* (Nachtigall, 1998:1). (2) Guru fisika dianjurkan untuk mengurangi berceritera dalam pembelajaran, tetapi lebih banyak mengajak para peserta didik untuk bereksperimen dan memecahkan masalah (Williams, 2005). (3) Guru fisika dianjurkan lebih banyak menyediakan *context-rich problem* dan mengurangi *context-poor problem* dalam pembelajaran (Yerushalmi & Magen, 2006). Landasan teoretis tersebut menekankan

pula pentingnya guru melakukan perubahan paradigma dalam memfasilitasi peserta didik, dari cara pandang: “mengajar adalah berceritera tentang konsep” menjadi sebuah perspektif ilmiah teoretis: “mengajar adalah mengubah lingkungan belajar dan menyiapkan rangsangan-rangsangan kepada peserta didik untuk melakukan *inquiry learning* dan memecahkan masalah”(Jabot & Kautz, 2003; Wenning & Wenning, 2006). Mengajar bukan berfokus pada *how to teach* tetapi hendaknya lebih berorientasi pada *how to stimulate learning* (Bryan, 2005; Longworth, 1999; Novodvorsky, 2006; Popov, 2006; Wenning, 2005; Wenning, 2006) dan *learning how to learn* (Longworth, 1999; Novak & Gowin, 1985).

Pemecahan masalah dibangun oleh konsep-konsep pemecahan dan pemecahan masalah. Masalah (*problem*) adalah suatu situasi yang tak jelas jalan pemecahannya yang mengkonfrontasikan individu atau kelompok untuk menemukan jawaban. Pemecahan masalah (*problem solving*) adalah upaya individu atau kelompok untuk menemukan jawaban berdasarkan pemahaman yang telah dimiliki sebelumnya dalam rangka memenuhi tuntutan situasi yang tak lumrah (Krulik & Rudnick, 1996). Jadi aktivitas pemecahan masalah diawali dengan konfrontasi dan berakhir apabila sebuah jawaban telah diperoleh sesuai dengan kondisi masalah. Pembelajaran berbasis pemecahan masalah menjadi sangat penting, karena dalam belajar, peserta didik cepat lupa jika hanya dijelaskan secara lisan, mereka ingat jika diberikan contoh, dan memahami jika diberikan kesempatan mencoba memecahkan masalah (Steinbach, 2002). Gagasan pembelajaran untuk pemahaman dan pemecahan masalah tersebut sangat ditentukan oleh lingkungan belajar tempat para siswa untuk melakukan interaksi akademik dalam membangun pengetahuan.

Oleh karena lingkungan merupakan salah satu fasilitas bagi peserta didik untuk mengembangkan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, maka konsepsi interaksi sosial merupakan salah satu faktor penting untuk dipahami. Interaksi sosial yang optimal secara konseptual didukung oleh premis: “*Students may learn more if teacher teach them less*”. Premis ini dilandasi oleh gagasan teoretis: “*Meaning making is not just an individual operation, the individual interacts with others to construct shared knowledge* (Costa, 1999:27). Konsepsi terakhir ini mengisyaratkan, bahwa dalam pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, pembelajaran kolaboratif yang memberdayakan potensi dialog antar peserta didik menjadi sangat penting.

Pembelajaran kolaboratif melalui investigasi kelompok terbukti sukses dalam memajukan proses pembelajaran fisika dan meningkatkan keaktifan siswa (Savinainen & Scott, 2002). Pembelajaran investigasi kelompok merupakan salah satu implementasi dari prinsip “*instructor-independent-instruction*” (Heinich, 2002:12). Prinsip ini sesuai dengan premis “*students may learn more if we (guru) teach them less*” (Schamel & Ayres, 1992). Premis ini merupakan basis teknik pembelajaran investigasi kelompok yang diistilahkan sebagai pendekatan “*hand-on*” (Abern-Rindell, 1999) dan “*mind-on*” (Schamel & Ayres, 1992). Dengan kata lain, pembelajaran investigasi kelompok mengarahkan aktivitas kelas berpusat pada siswa, menyediakan peluang kepada guru menggunakan lebih banyak waktunya untuk melakukan diagnose dan koreksi terhadap masalah-masalah yang dialami oleh para siswa. Guru dapat melayani siswa melakukan konsultasi secara individual dan menyediakan kesempatan berlangsungnya pengajaran *one-on-one* dan dalam kelompok kecil. Uraian tersebut memberikan petunjuk betapa pentingnya pembelajaran investigasi kelompok dalam praktek pembelajaran fisika di sekolah.

Pendekatan konstruktivistik dalam pembelajaran investigasi kelompok bertolak dari suatu asumsi bahwa siswa lebih mudah mengkonstruksi pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah jika mereka melakukan sharing dalam belajar (Slavin, 1995). Di samping itu, McKeachie (1994) dan Slavin (2005) juga menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran investigasi kelompok dapat menghasilkan pemikiran dan tantangan perubahan konseptual. Di samping itu, Samani (1996) menyatakan bahwa jika para siswa memiliki keterampilan investigasi kelompok tingkat mahir, mereka memiliki keterampilan mengelaborasi suatu konsep yang menghasilkan suatu pemahaman lebih dalam dan kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi yang pada akhirnya menumbuhkan motivasi positif dan sikap yang lebih baik. Pemecahan masalah dalam setting investigasi kelompok dapat mempercepat pembentukan konsensus dan resolusi konflik kognitif antar anggota kelompok siswa yang menjadi bagian penting dalam pengkonstruksian struktur kognitif baru dan pemahaman yang lebih baik dalam belajar (Young, *et. al.*, 1996). Pembelajaran investigasi kelompok sangat efektif bagi siswa SMA dalam proses mengembangkan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah fisika (Santyasa *et al.*, 2005, Santyasa *et al.*, 2006).

Pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika umumnya terjadi melalui proses perubahan konseptual secara berkelanjutan. Oleh sebab itu, belajar untuk pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah fisika tidak dapat dilepaskan dari model perubahan konseptual. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan model perubahan konseptual dalam pembelajaran fisika terbukti efektif dalam pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah (Ardhana *et al.*, 2003; Hynd, *et al.*, 1994; Santyasa, *et al.*, 2005; Santyasa, *et al.*, 2006).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, penelitian ini memusatkan perhatian untuk menjawab 5 (lima) pertanyaan penelitian. (1) Bagaimana profil pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa SMA sebelum dan setelah perlakuan? (2) Apakah terdapat perbedaan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika antara siswa yang difasilitasi dengan model perubahan konseptual dan model pembelajaran linear? (3) Apakah terdapat perbedaan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika antara siswa dalam setting pembelajaran investigasi dan setting *student team achievement divisions*? (4) Apakah terdapat pengaruh interaktif antara model dan setting pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika? (5) Bagaimana bangunan teori belajar yang dapat memfasilitasi pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa SMA?

Metode

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen semu dengan pengukuran dua faktor dalam versi faktorial 2×2 *pretest-posttest nonequivalent control group design* (Gay, 1987; Montgomery, 1984; Kerlinger, 1986; Tuckman, 1999; Wiersma, 1991).

Populasi penelitian adalah siswa kelas I SMA Negeri di Kabupaten Buleleng. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling* (Ardhana, 1987; Long *et al.*, 1985). Berdasarkan teknik penetapan sampel tersebut, terpilih SMAN 2 Banjar sebagai kelompok MPK-GI, SMAN 1 Busungbiu sebagai kelompok MPL-GI, SMAN 1 Sawan sebagai kelompok MPK-STAD, dan SMAN 1 Sukasada sebagai kelompok MPL-STAD.

Variabel-variabel bebas yang diteliti adalah model perubahan konseptual (MPK) dibandingkan dengan model pembelajaran linear (MPL), seting *group investigation* (GI) dibandingkan dengan seting *student team achievement divisions* (STAD). Dua variabel bebas lainnya adalah pemahaman konsep awal dan kemampuan pemecahan masalah awal sebagai kovariat. Variabel terikat yang diteliti adalah pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah.

Teknik pengumpulan data menggunakan tes pemahaman konsep fisika dan kemampuan pemecahan masalah fisika. Tes pemahaman konsep fisika terdiri dari 10 butir berbentuk pilihan ganda yang diperluas (Zainul, 2001) atau *multiple choice test with written justification* (Ennis, 1993:184) Kriteria penilaian tes pemahaman konsep menggunakan rubrik untuk standar-standar pengetahuan konseptual (Marzano, *et al.*, 1993) yang menggunakan skala penilaian 0-4 (Santayasa, 2003). Tes pemahaman konsep memiliki konsistensi internal butir bergerak dari $r = 0.32$ s.d $r = 0.71$ dengan koefisien reliabilitas $\alpha = 0,74$. Tes kemampuan pemecahan masalah fisika yang terdiri dari 10 butir, memilih bentuk *open-ended questions*. Bentuk tersebut dipilih untuk mengeksplorasi *extended-response* siswa (Krulik & Rudnick, 1999:110; Mehrens & Lehmann, 1984:96). Jenjang kemampuan yang diukur mencakup ranah *application, analysis, synthesize, dan evaluation*. Kriteria penilaian menggunakan rubrik yang memiliki skala 0-5 (Santayasa, 2003). Konsistensi internal buti tes bergerak dari $r = 0.32$ s.d $r = 0.71$ dengan koefisien reliabilitas $\alpha = 0,71$.

Data penelitian dianalisis secara deskriptif dan analisis kovarian multivariat (MANCOVA) Faktorial 2×2 (McCall, 1975; Montgomery, 1984; Santoso, 2002; Tabachnick & Fidell, 1983). Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai rata-rata dan simpangan baku pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. MANCOVA faktorial 2×2 digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Sebelum pengujian hipotesis penelitian, terlebih dulu dilakukan uji normalitas sebaran data menggunakan kelompok dengan *Levene's Test of Equality of Error Variances*, dan uji homogenitas matriks-matriks varian-kovarian dengan *Box's Test of Equality of Covariance Matrices* (Hair, *et al*, 1995; Santoso, 2002). Sebagai tindak lanjut MANCOVA, adalah uji signifikansi perbedaan nilai rata-rata variabel dependen antar kelompok menggunakan *least*

significant difference (LSD)(Hair, *et al*, 1995:282; Montgomery, 1984:64-65). Semua pengujian hipotesis nol dilakukan pada taraf signifikansi 5%.

Hasil

Deskripsi Umum Penelitian

Nilai rata-rata (M) dan simpangan baku (SD) pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah berikut kategori masing-masing sebelum dan setelah perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Deskripsi Umum Data Penelitian

Kelompok	M dan SD Pemahaman Konsep				M dan SD Kemampuan Pemecahan Masalah			
	Pre	Kategori	Post	kategori	Pre	Kategori	Post	kategori
MPK-GI	31.50 4.23	Sangat kurang	61.52 5.27	Cukup	23.00 4.95	Sangat kurang	53.87 9.13	Kurang
MPL-GI	32.83 5.03	Sangat kurang	48.25 5.84	Kurang	29.40 5.89	Sangat kurang	47.10 4.82	Kurang
MPK-STAD	34.67 7.71	Sangat kurang	40.67 5.25	Kurang	24.93 6.74	Sangat kurang	48.80 5.55	Kurang
MPL-STAD	31.50 5.93	Sangat kurang	38.58 4.29	Sangat kurang	18.20 5.39	Sangat kurang	44.93 6.76	Kurang

Pada tabel 1, tampak bahwa setelah perlakuan kelompok MPK-GI menunjukkan pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah paling tinggi.

Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian normalitas data yang menggunakan statistik Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai-nilai statistik yang diperoleh memiliki angka signifikansi lebih besar dari 0.05. Oleh sebab itu, maka sebaran data pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah adalah berdistribusi normal.

Hasil pengujian homogenitas varians yang menggunakan *Levene's Test of Equality of Error Variances* memperoleh nilai-nilai statistik $F = 1.216$ dengan signifikansi 0.307 untuk pemahaman konsep dan $F = 1.931$ dengan signifikansi 0.223 untuk kemampuan pemecahan masalah, dan hasil *Box's Test of Equality of Covariance Matrices*. Hasil analisis *Equality of*

Error Variances disajikan pada Tabel 5.3 dan hasil analisis *Equality of Covariance Matrices* adalah $F = 1.293$ dengan angka signifikansi 0.114. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa varian data penelitian adalah homogen.

Oleh karena asumsi-asumsi bahwa data berdistribusi normal dan varians semua data adalah homogen, maka analisis dilanjutkan dengan MANCOVA faktorial 2x2 data pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Hasil MANCOVA Faktorial 2x2 Data Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	PK	9783.177	5	1956.635	73.487	.000
	KPM	1480.402	5	296.080	6.580	.000
Intercept	PK	3922.584	1	3922.584	147.324	.000
	KPM	3882.579	1	3882.579	86.281	.000
KOVA1	PK	52.506	1	52.506	1.972	.163
	KPM	43.372	1	43.372	.964	.328
KOVA2	PK	42.620	1	42.620	1.601	.208
	KPM	136.165	1	136.165	3.026	.085
KOOPE	PK	5669.628	1	5669.628	212.939	.000
	KPM	207.184	1	207.184	4.604	.034
MODEL	PK	1700.016	1	1700.016	63.849	.000
	KPM	802.788	1	802.788	17.840	.000
KOOPE * MODEL	PK	932.301	1	932.301	35.015	.000
	KPM	185.308	1	185.308	4.118	.045
Error	PK	3035.321	114	26.626		
	KPM	5129.923	114	44.999		
Total	PK	280773.250	120			
	KPM	290921.000	120			
Corrected Total	PK	12818.498	119			
	KPM	6610.325	119			

Keterangan: KOVA1 = Kovariat 1, KOVA2 = Kovariat 2, KOOPE = kooperatif, PK = Pemahaman Konsep, KPM = Kemampuan Pemecahan Masalah

Berdasarkan hasil analisis seperti pada Tabel 2, dapat diinformasikan temuan-temuan penelitian sebagai berikut.

Pertama, KOVA1 dan KOVA 2 yang merupakan variabel-variabel kovariat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap skor-skor pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah.

Kedua, dari sumber pengaruh KOOPE terhadap pemahaman konsep (PK) ditemukan nilai statistik $F = 212.94$ dengan $p < 0.05$ dan terhadap kemampuan pemecahan masalah (KPM) ditemukan nilai statistik $F = 4.60$ dengan $p < 0.05$. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan setting pembelajaran kooperatif terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika. Setting kooperatif GI lebih unggul dibandingkan setting kooperatif STAD, baik dalam pencapaian pemahaman konsep ($M_{GI} = 54.69$; $M_{STAD} = 39.82$) maupun kemampuan pemecahan masalah fisika ($M_{GI} = 50.09$; $M_{STAD} = 47.25$).

Ketiga, dari sumber pengaruh MODEL terhadap pemahaman konsep (PK) ditemukan nilai statistik $F = 63.85$ dengan $p < 0.05$ dan terhadap kemampuan pemecahan masalah (KPM) ditemukan nilai statistik $F = 17.84$ dengan $p < 0.05$. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika. Model perubahan konseptual lebih unggul dibandingkan model linear baik dalam pencapaian pemahaman konsep ($M_{MPK} = 51.03$; $M_{MPL} = 43.48$) maupun kemampuan pemecahan masalah ($M_{MPK} = 51.27$; $M_{MPL} = 46.08$).

Keempat, dari sumber pengaruh KOOPE * MODEL terhadap pemahaman konsep (PK) ditemukan nilai statistik $F = 35.02$ dengan $p < 0.05$ dan terhadap kemampuan pemecahan masalah (KPM) ditemukan nilai statistik $F = 4.12$ dengan $p < 0.05$. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaktif yang signifikan antara model pembelajaran (MPK *versus* MPL) dan setting kooperatif (GI *versus* STAD) terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. MPK cenderung lebih berinteraksi dengan GI dalam pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah.

Pembahasan

Perbahasan penelitian diarahkan pada empat hal pokok, yaitu (1) model pembelajaran perubahan konseptual *versus* model pembelajaran linear dalam pencapaian pemahaman konsep, (2) model pembelajaran perubahan konseptual *versus* model pembelajaran linear dalam pencapaian kemampuan pemecahan masalah, (3) seting pembelajaran kooperatif yang akomodatif dalam pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika, dan (4) bangunan teori pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa SMA.

Model Pembelajaran Perubahan Konseptual *versus* Model Pembelajaran Linear dalam Pencapaian Pemahaman Konsep

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa pada kelompok model pembelajaran perubahan konseptual lebih tinggi dibandingkan kelompok pembelajaran linear. Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya (Ardhana *et al.*, 2003; Cox & Junkin III, 2002; Elby, 2001; Gunstone *et al.*, 1992; Santyasa, *et al.*, 2005; Santyasa, *et al.*, 2006; Savinainen & Scott, 2002).

Dalam suatu domain belajar, pemahaman (*understanding*) merupakan prasyarat mutlak untuk tingkatan kemampuan kognitif yang lebih tinggi, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Kemampuan-kemampuan kognitif yang berbasis pemahaman melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, kreatif, dan pengambilan keputusan (Berns & Erickson, 2001). Jadi, pembelajaran untuk pemahaman identik dengan pembelajaran keterampilan berpikir.

Pembelajaran perubahan konseptual yang mendasarkan diri pada paham konstruktivisme, sesungguhnya adalah pembelajaran yang berbasis keterampilan berpikir. Pembelajaran perubahan konseptual memfasilitasi siswa untuk berpartisipasi aktif mengkonstruksi pengetahuannya. Dalam proses tersebut, siswa menguji dan mereviu idenya berdasarkan pengetahuan awal yang telah dimiliki, menerapkannya dalam situasi yang baru, dan mengintegrasikan pengetahuan tersebut ke struktur kognitif yang dimiliki. Proses ini, menurut Berns & Erickson (2001) adalah proses berpikir tingkat tinggi.

Model pembelajaran perubahan konseptual menggunakan pertanyaan-pertanyaan konseptual yang memerlukan *reasoning* dan penyelidikan lebih lanjut. Pola pikir tersebut didasari oleh keyakinan siswa bahwa fenomena fisika tersusun atas jaringan konsep yang saling terkait, koheren, dan bertalian erat satu dengan yang lainnya. Pola pikir seperti itu, oleh Elby (2001) disebut sebagai keyakinan epistemologi. Keyakinan epistemologi sangat mendukung kebiasaan belajar produktif dan praktik-praktik metakognitif yang akan menghasilkan pemahaman konsep secara mendalam (Gunstone, 1992). Dengan kata lain, keterampilan berpikir metakognitif akan melahirkan jawaban ilmiah yang merepresentasikan pemahaman. Hasil berpikir tersebut siap didemonstrasikan dalam pemecahan masalah-masalah yang bervariasi. Jadi, model pembelajaran perubahan konseptual diyakini dapat berfungsi sebagai fasilitas belajar dalam pencapaian pemahaman konsep secara mendalam.

Temuan-temuan penelitian terkait dengan pengaruh model pembelajaran terhadap pemahaman konsep memiliki implikasi sebagai berikut.

Pertama, untuk mencapai pemahaman konsep secara mendalam dalam belajar fisika, model pembelajaran perubahan konseptual dapat diacu sebagai salah satu alternatif fasilitas belajar siswa. Model pembelajaran perubahan konseptual dapat diimplementasikan dengan pertanyaan-pertanyaan konseptual untuk membangkitkan aktivitas metakognisi, berpikir kreatif, kritis, dan berpikir tingkat tinggi. Untuk kondisi kelas yang relatif kecil (≤ 20 orang), pembelajaran dapat dipandu langsung oleh guru. Namun, untuk kelas-kelas besar (≥ 20), dapat pula dilakukan dengan diskusi kelompok kecil. Dalam hal ini, fasilitas belajar mutlak diperlukan, seperti LKS perubahan konseptual dan buku-buku penunjang lainnya. Dalam proses diskusi, peranan guru yang esensi adalah sebagai mediator.

Kedua, model pembelajaran perubahan konseptual dapat diimplementasikan dalam wujud teks perubahan konseptual. Dari segi isi, teks diorientasikan sebagai media yang mudah dipahami, penyedia informasi baru yang bermanfaat dan berkaitan dengan dunia nyata, penyedia penjelasan-penjelasan yang dapat membantu siswa memecahkan masalah belajar, penyedia informasi yang bermanfaat untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan di dunia nyata. Orientasi strategi sajian teks adalah pada: (1) masalah-masalah yang dapat membangkitkan struktur kognitif yang telah ada di kepala siswa, (2) alternatif

miskonsepsi-miskonsepsi yang berkaitan dengan masalah tersebut, (3) sangkalan-sangkalan, bila perlu diikuti demonstrasi, atau analogi, atau contoh-contoh tandingan, atau konfrontasi, untuk memancing konflik, (4) pembuktian dengan konsep dan prinsip yang ilmiah, (5) contoh-contoh konseptual dan contoh-contoh dunia nyata, dan (6) pertanyaan-pertanyaan konseptual dan kontekstual untuk memberi peluang kepada siswa melakukan perluasan dan penerapan pemahaman secara bermakna dan variatif dalam proses pemecahan masalah.

Ketiga, setidaknya ada empat kerangka pengembangan pembelajaran perubahan konseptual untuk pencapaian pemahaman konsep. (1) Pemilihan topik, (2) penetapan tujuan-tujuan pemahaman, (3) prediksi unjuk kerja pemahaman, dan (4) penilaian berkelanjutan. Keempat kerangka pengembangan tersebut dapat dikemas dalam suatu rancangan pembelajaran. Dalam penelitian ini, kemasan pembelajaran mengambil pola teks model perubahan konseptual.

Model Pembelajaran Perubahan Konseptual *versus* Model Pembelajaran Linear dalam Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa dalam kelompok model perubahan konseptual lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok model pembelajaran linear. Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya (Ardhana *et al.*, 2003; Baser, 2006; Cox & Junkin III, 2002; Halloun, 1996; Read, 2004; Santyasa *et al.*, 2003; Santyasa *et al.*, 2005; Santyasa, *et al.*, 2006; Schommer, 1993).

Kesesuaian antara hasil penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya cukup memperkuat keunggulan komparatif model pembelajaran perubahan konseptual dibandingkan dengan pembelajaran linear dalam pencapaian kemampuan pemecahan masalah.

Telah diungkapkan bahwa kemampuan pemecahan masalah mempersyaratkan pemahaman sebagai dasarnya. Pemahaman dapat diabstraksikan sebagai landasan untuk memperoleh kemampuan pemecahan masalah, berpikir kreatif dan kritis, dan pengambilan keputusan. Jadi, pembelajaran untuk pemahaman adalah juga pembelajaran untuk keterampilan berpikir, dan pembelajaran keterampilan berpikir dapat diacu sebagai pembelajaran untuk pencapaian kemampuan pemecahan masalah.

Model pembelajaran perubahan konseptual yang dikemas dalam bentuk teks bermuatan model perubahan konseptual didesain sebagai pembelajaran keterampilan berpikir. Pemahaman secara mendalam yang dicapai dari hasil interaksi antara berpikir dan materi yang tersajikan dalam teks bermuatan model perubahan konseptual dapat mewujudkan kompetensi-kompetensi pada standar aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Artinya, terjadi tranfer pemahaman dalam pemecahan masalah nyata. Kemampuan pemecahan masalah sangat berkaitan dengan pengambilan keputusan. Sebagai dasar pengambilan keputusan adalah kemampuan mengungkapkan alasan. Alasan rasional yang dilontarkan oleh siswa diyakini merupakan produk berpikir tingkat tinggi, yang mewakili kemampuan pemecahan masalah pada level-level aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Kemampuan-kemampuan tersebut dibangun oleh siswa ketika dia dihadapkan pada persoalan-persoalan yang bervariasi.

Model pembelajaran perubahan konseptual yang dikemas dalam bentuk teks sarat dengan sajian persoalan-persoalan yang menantang siswa untuk menerapkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Proses sangkalan sangat tepat digunakan sebagai strategi pembelajaran perubahan konseptual dalam pengajaran fisika (Lynch *et al.*, 2001). Wright dan Govindarajan (dalam Lynch *et al.*, 2001) menyatakan bahwa penggunaan teks bermuatan model perubahan konseptual dalam pembelajaran fisika memberi peluang kepada siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konseptual secara lebih bermakna, keterampilan-keterampilan kognitif secara bebas, pemikiran kreatif dan kritis, rasa percaya diri dalam menerapkan pengetahuan untuk memecahkan masalah dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang senantiasa berubah. Penggunaan proses-proses perubahan konseptual sangat bermanfaat untuk mengembangkan wawasan kritis bagi pebelajar di SMA dan bagi para mahasiswa di Perguruan Tinggi (Lynch *et al.*, 2001).

Berdasarkan pembahasan tersebut, teks fisika bermuatan model perubahan konseptual dapat diacu sebagai fasilitas pembelajaran alternatif untuk pencapaian *becoming process* bagi siswa. Dengan kata lain, pesan-pesan pembelajaran keterampilan berpikir yang tersajikan dalam teks dapat memfasilitasi siswa dalam pencapaian *learning to be*. Sajian seperti itu tidak ditemukan pada teks yang merepresentasikan model pembelajaran linear yang hanya menyajikan konsep, prinsip, dan contoh soal yang lepas konteks.

Berdasarkan pembahasan tersebut, tampak bahwa model pembelajaran perubahan konseptual cenderung lebih unggul dibandingkan dengan pembelajaran linear dalam pencapaian kemampuan pemecahan masalah.

Implikasi yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini berorientasi pada dua pertanyaan, yaitu: (1) Seberapa banyak siswa dapat belajar di kelas? (2) apa yang dapat dipelajari oleh siswa? Dalam kerangka pikir konstruktivistik, pertanyaan pertama tertuju pada *apa yang telah diketahui siswa sebelumnya* sebagai komponen pertama dan utama, dan sebagai komponen kedua yang tidak kalah pentingnya adalah *unjuk kerja guru* (Underbakke *et al.*, 1993). Apa yang telah diketahui oleh siswa sebelum pembelajaran merujuk pada pengetahuan awal siswa, sedangkan, unjuk kerja guru merujuk pada peran guru sebagai fasilitator. Pertanyaan kedua dapat dijelaskan dalam bentuk tujuan pembelajaran yang tidak terlepas dari peran fasilitator. Model pembelajaran perubahan konseptual yang diorientasikan pada pemberdayaan pengetahuan awal dapat diwujudkan melalui unjuk kerja guru. Kemasannya diawali dengan sajian masalah-masalah yang memberi peluang kepada siswa untuk memanggil pengetahuan yang telah dimiliki. Alternatif tujuan-tujuan belajar yang disertakan dalam model pembelajaran perubahan konseptual adalah untuk mengakomodasi pertanyaan: “Apa yang dapat dipelajari oleh siswa”.

Untuk meningkatkan keefektifan model pembelajaran perubahan konseptual yang telah dikemas dalam teks dalam pencapaian kemampuan pemecahan masalah fisika bagi, setidaknya ada dua pilihan yang dapat diacu.

Pertama, apabila pembelajaran langsung dipimpin oleh guru melalui diskusi kelas, maka pertanyaan-pertanyaan dengan tipe resitasi dan konstruksi tepat untuk diacu. Pertanyaan resitasi bertujuan untuk memberi peluang kepada siswa untuk memanggil pengetahuan yang telah dimiliki. Pertanyaan-pertanyaan konstruksi memberi peluang kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan baru. Pertanyaan-pertanyaan resitasi dan konstruksi memiliki potensi cukup besar dalam peningkatan *higher order thinking* (Marzano, 1993). Kaitannya dengan pencapaian kemampuan pemecahan masalah fisika, pertanyaan-pertanyaan tersebut berfungsi sebagai pemandu siswa mempelajari teks fisika bermuatan model perubahan konseptual.

Kedua, apabila pembelajaran dilakukan dengan diskusi kelompok-kelompok kecil menggunakan seting pembelajaran kooperatif, pertanyaan-pertanyaan resitasi dan konstruksi tetap diacu untuk memediasi pembelajaran. Namun, pertanyaan-pertanyaan tersebut hendaknya dituangkan dalam lembaran kerja siswa (LKS). Peranan LKS tersebut juga untuk memandu siswa dalam mempelajari teks.

Baik pertanyaan resitasi maupun konstruksi, keduanya diorientasikan pada penggalian respon-respon siswa yang bersifat divergen. Ketika dilakukan pengujian, bentuk pertanyaan yang dapat menggali respon divergen dituangkan dalam *multiple choice test with written justification*, *open ended questions test*, atau *performance assessment*. Ketiga jenis pengujian tersebut adalah untuk mengukur pencapaian kemampuan pemecahan masalah fisika.

Seting Pembelajaran Kooperatif yang Akomodatif dalam Pencapaian Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, terdapat perbedaan signifikan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika antara kelompok siswa yang menggunakan seting pembelajaran kooperatif GI dan STAD.

Berdasarkan hasil uji komparasi pasangan antara dua seting pembelajaran kooperatif tersebut, ditemukan bahwa dalam pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika, seting GI lebih unggul dibandingkan seting STAD. Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya (Santayasa *et al.*, 200; Thijs, 1992; TSOI *et al.*, 2004) .

Seting kooperatif pembelajaran GI dan STAD masing-masing menggunakan landasan konseptual yang berbeda. Seting GI berakar pada filosofis John Dewey dan kooperatif STAD dikonsepsikan menurut perspektif psikologi behavioristik (Jacob *et al.*, 1996).

Konsepsi John Dewey tentang GI (Jacob, *et al.*, 1996; TSOI *et al.*, 2004), bahwa (1) siswa hendaknya aktif, *learning by doing*; (2) belajar hendaknya didasari oleh motivasi intrinsik; (3) pengetahuan bersifat tidak tetap; (4) aktivitas belajar sesuai dengan kebutuhan dan minat siswa; (5) belajar saling memahami satu sama lain; (6) belajar tentang dunia nyata, dan (7) mengutamakan keterlibatan *higher order thinking*, (8) siswa bertanggung

jawab terhadap belajarnya, (9) pertanyaan-pertanyaan terbuka, dan (10) *learning how to learn*.

Berdasarkan konsepsi tersebut, langkah-langkah pembelajaran dalam seting GI adalah (1) siswa belajar dalam kelompok 4 orang, (2) siswa membaca, demonstrasi, eksperimen, dan mendiskusikan tugas dalam kelompok, (3) siswa menulis laporan sendiri-sendiri, (4) kelompok tertentu mempresentasikan hasil diskusinya sementara siswa-siswa dalam kelompok lain bertanya, menanggapi, merevisi laporannya, (5) masing-masing siswa dalam kelompok melaporkan secara tertulis hasil diskusinya, dan (6) skor tugas diumumkan sebelum pembelajaran berikutnya.

Seting kooperatif STAD memiliki landasan konseptual menurut psikologi behavioristik (Jacob, *et al.*, 1996), bahwa (1) lebih menekankan motivasi ekstrinsik, (2) tugas-tugas pada tataran kognitif rendah, (3) memandang semua siswa secara seragam, (4) kemampuan pemecahan masalah diukur dengan tes obyektif, (5) berorientasi pada hasil, (6) guru memutuskan apa yang akan dipelajari siswa dan memberikan informasi untuk dipelajari pula oleh siswa.

Berdasarkan konsepsi teoretik tersebut, langkah-langkah pembelajaran dalam seting STAD adalah (1) sebelum siswa belajar dalam kelompok, guru menjelaskan ringkasan materi pelajaran, (2) guru menugaskan siswa belajar dalam kelompok 4 orang, (3) siswa membaca dan berdiskusi dalam kelompok, (4) satu orang siswa dalam kelompok bertugas menulis laporan, (5) masing-masing kelompok melaporkan satu eks hasil diskusinya secara tertulis, (6) setiap dua minggu sekali siswa diberikan kuis dengan alokasi waktu 30 menit setelah pembelajaran berakhir, (7) skor tugas dan skor kuis diumumkan sebelum pembelajaran berikutnya.

Berdasarkan komparasi secara teoretik dan operasional empirik terhadap kedua seting pembelajaran kooperatif tersebut, tampak bahwa kedua seting kooperatif menyediakan fasilitas untuk pencapaian *learning to know*, *learning to do*, *learning to be*, dan *learning to life together*. Komponen keempat (*living together*) akan diperoleh pada porsi yang sama pada kedua seting kooperatif. Namun, komponen pertama (*knowing*), komponen kedua (*doing*), dan komponen ketiga (*becoming*), seting GI memiliki porsi lebih banyak dibandingkan dengan seting STAD. Di samping itu, seting STAD masih mentoleransi paradigma transmisi pengetahuan oleh guru di awal pembelajaran. Hal ini

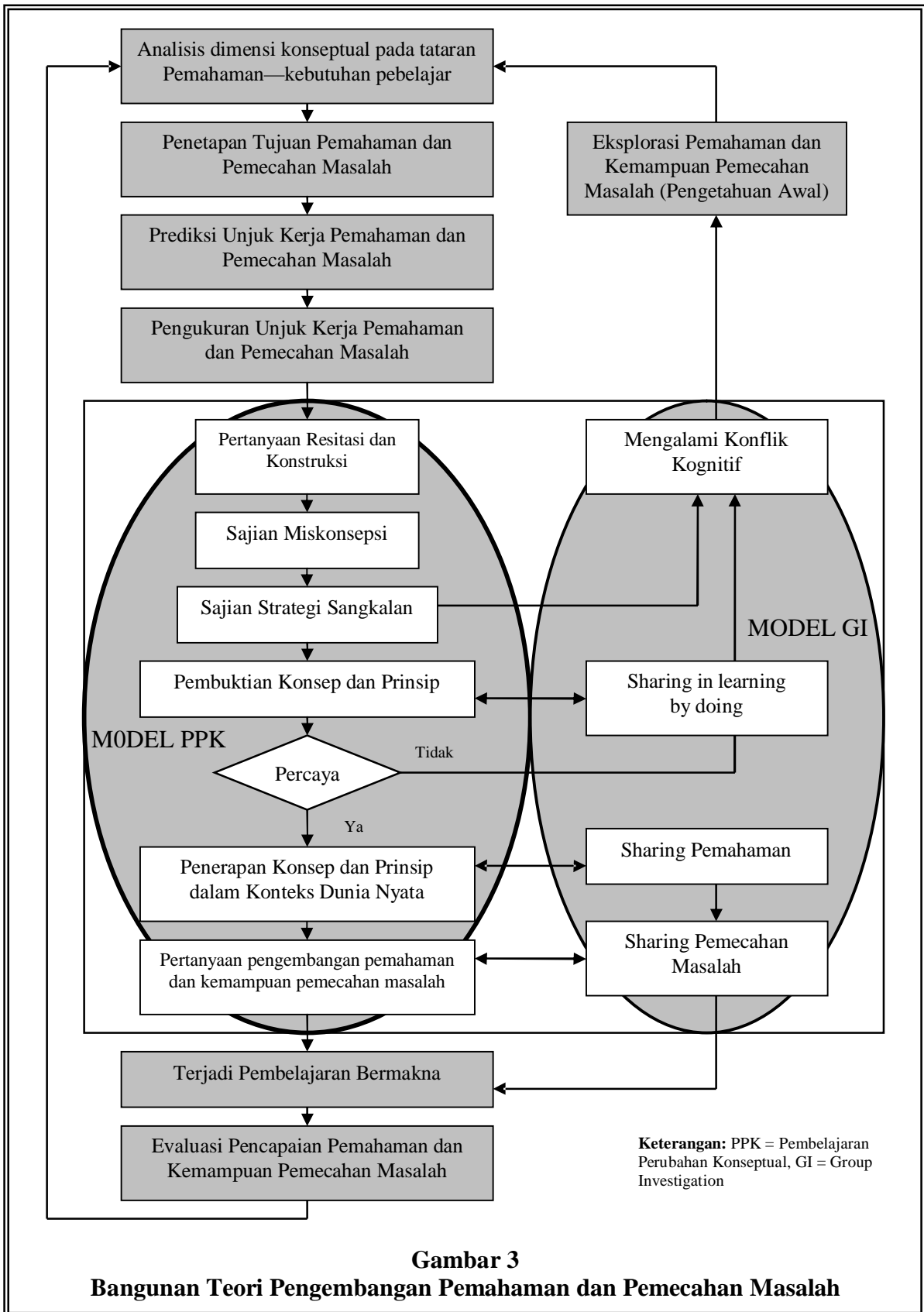
akan mempengaruhi persepsi siswa, bahwa belajar tidak sepenuhnya menjadi tanggung jawab mereka, tetapi sebagian tanggung jawab guru. Persepsi ini akan mempengaruhi berkurangnya upaya siswa untuk *doing* dan *knowing*. Oleh sebab itu, seting STAD memberikan peluang yang relatif lebih sedikit untuk terjadinya belajar bermakna dibandingkan dengan seting GI.

Implikasi yang dapat dipetik dari hasil penelitian ini, bahwa teknik kooperatif relatif tepat diacu sebagai seting pembelajaran dalam pembelajaran konsep-konsep fisika. Dalam pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika, kooperatif GI lebih akomodatif sebagai seting pembelajaran perubahan konseptual dibandingkan dengan seting STAD. Penerapan seting kooperatif GI dalam pembelajaran fisika diorientasikan pada pengembangan keterampilan berpikir siswa, pengaktifan pengetahuan awal siswa, belajar bagaimana belajar, belajar tentang dunia nyata berbasis penyelidikan. Semua proses tersebut memberi peluang kepada siswa untuk berperan sebagai *experts*, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Bangunan Teori Pengembangan Pemahaman dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika bagi Siswa SMA

Pemahaman konsep fisika merupakan perangkat standar program pendidikan fisika yang mencerminkan kompetensi. Di sisi lain, pemahaman konsep fisika merupakan dasar bagi siswa untuk membangun kemampuan pemecahan masalah fisika. Oleh sebab itu, bangunan teori untuk pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa sangat strategis untuk dikaji secara mendalam.

Berdasarkan hasil kajian secara teoretis dan empiris dalam penelitian ini, ditemukan bangunan teori pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa. Teori tersebut mensinergikan teori pembelajaran perubahan konseptual dan teori interaksi sosial melalui model pembelajaran kooperatif *Group Investigation*. Sinergi kedua teori pembelajaran tersebut menggunakan pengetahuan awal sebagai basis pembelajaran. Secara diagramatik, bangunan teori tersebut disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3
Bangunan Teori Pengembangan Pemahaman dan Pemecahan Masalah

Langkah-langkah pembelajarannya adalah pertama-tama melakukan analisis dimensi konseptual yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa, menetapkan kisi-kisi pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, dan melakukan prediksi unjuk kerja pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah. Langkah-langkah tersebut dikemas dalam bentuk teks fisika bermuatan model perubahan konseptual. Enam langkah utama yang menjadi sistematika teks tersebut adalah (1) sajian pertanyaan-pertanyaan resitasi dan konstruksi, (2) sajian miskonsepsi, (3) sajian strategi sangkalan, (4) pembuktian konsep dan prinsip, (5) sajian penerapan konsep dan prinsip dalam konteks dunia nyata, dan (6) sajian pertanyaan-pertanyaan pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah. Ketika siswa disangkal (langkah 3) berikut pembuktian konsep dan prinsip (langkah 4) melalui strategi perubahan konseptual, siswa mengalami konflik, karena dihadapkan pada dua pilihan, mempertahankan pengetahuannya yang miskonsepsi atau membuangnya lalu meyakini bahwa pengetahuan baru lebih bermakna. Jika siswa segera percaya, maka ada peluang bagi mereka untuk segera menerapkan konsep dan prinsip ilmiah (langkah 5) yang telah dibangunnya.

Untuk mempercepat terwujudnya kemampuan penerapan pengetahuan secara bermakna, maka teks menyajikan pertanyaan-pertanyaan pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah.

Strategi pembuktian konsep dan prinsip ilmiah dapat dilakukan melalui strategi-strategi eksperimen, demonstrasi, analogi, contoh-contoh tandingan, atau konfrontasi melalui *learning by doing* dalam seting *Group Investigation*. Hal ini dimaksudkan agar belajar tidak menjadi beban bagi siswa. Dalam pembelajaran kooperatif *Group Investigation*, siswa merasakan bebas layaknya sebagai ahli dalam melakukan aktivitas-aktivitas bertanya dan menjawab, diskusi konstruktif, mendengarkan dan menghargai pendapat dan penjelasan temannya, menulis dan melaporkan hasil diskusinya. Hal ini juga dilakukan ketika siswa mulai meyakini hasil pembuktian konsep dan prinsip dan menerapkannya secara bermakna dalam kehidupan nyata. Lebih-lebih dalam melakukan pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, siswa akan merasakan betah belajar melakukan *sharing* pemahaman dan pemecahan masalah dalam seting *Group Investigation*. Sinergi antara model perubahan konseptual dan seting pembelajaran kooperatif *Group Investigation* melahirkan proses pembelajaran bermakna.

Sebagai suatu sistem, bangunan teori pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa tidak terlepas dari pengukuran. Proses pengukuran dilakukan di awal sebelum pembelajaran, dalam proses pembelajaran, dan di akhir pembelajaran. Pengukuran awal bertujuan untuk mengeksplorasi pengetahuan awal, pengukuran proses pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan motivasi intrinsik siswa, dan pengukuran di akhir pembelajaran bertujuan untuk melihat keefektifan pembelajaran dibandingkan dengan standar yang ditetapkan. Hasil pengukuran digunakan sebagai dasar refleksi dalam rangka melakukan revisi terhadap keefektifan unjuk kerja teori, baik dalam menganalisis dimensi konseptual kaitannya dengan kebutuhan siswa, revisi penetapan tujuan pemahaman, revisi prediksi unjuk kerja pemahaman dan pemecahan masalah, yang semuanya ditujukan untuk pencapaian standar keberhasilan belajar bagi siswa.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembelahaan yang telah disajikan sebelumnya, dapat diajukan kesimpulan dan saran sebagai berikut.

Secara deskriptif pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah bagi siswa paling tinggi dicapai oleh kelompok MPK-GI. Terdapat perbedaan yang signifikan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah antara siswa dalam kelompok model perubahan konseptual dan model pembelajaran linear, juga antara kelompok seting GI dan STAD. Pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa pada kelompok model pembelajaran perubahan konseptual lebih tinggi dibandingkan kelompok model pembelajaran linear. Demikian juga siswa dalam seting GI memperoleh pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika lebih tinggi dibandingkan dalam seting STAD. Terdapat pengaruh interaktif antara model dan seting pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah fisika bagi siswa SMA dapat dibangun secara bersinergi antara model perubahan konseptual dan seting investigasi kelompok.

Model pembelajaran perubahan konseptual yang mendasarkan diri pada paham konstruktivistik tepat diacu sebagai alternatif pembelajaran fisika khususnya dalam pencapaian pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Dalam implementasi

model tersebut, disarankan agar menggunakan investigasi kelompok sebagai setting pembelajaran. Empat kerangka pembelajaran yang perlu diacu, yaitu (1) pengembangan dimensi konseptual sesuai dengan kebutuhan belajar siswa dalam topik pembelajaran tertentu, (2) penetapan tujuan-tujuan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, (3) prediksi unjuk kerja pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah, dan (4) penilaian secara komprehensif dan berkelanjutan. Model pembelajaran disarankan agar dikemas dalam teks bermuatan perubahan konseptual. Strategi sajian teks disarankan menggunakan enam langkah, yaitu (1) sajian pertanyaan-pertanyaan resitasi dan konstruksi, (2) sajian miskonsepsi yang berkaitan dengan pertanyaan-pertanyaan sebelumnya, (3) sajian sangkalan diikuti eksperimen, demonstrasi, analogi, konfrontasi, atau contoh-contoh tandingan, (4) pembuktian konsep atau prinsip ilmiah secara teoretik, (5) sajian contoh-contoh penerapan prinsip ilmiah untuk pemecahan masalah dalam konteks dunia nyata, dan (6) sajian pertanyaan-pertanyaan bervariasi untuk perluasan dan pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., & Abbas, M. 2006. The effect of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding. *Malaysian On Line journal of Instructional Technology*. 3(2). 1-16.
- Antil, L. R., Jenkins, J. R., & Wayne, S. K. 1998. Cooperative learning: Prevalence, conceptualizations, and the relation between research and practice. *American Educational Research Journal*. 35(3). 419-454.
- Ardhana, W., Kaluge, L., & Purwanto. 2003. Pembelajaran inovatif untuk pemahaman dalam belajar matematika dan sains di SD, SLTP, dan di SMU. *Laporan penelitian*. Penelitian Hibah Pasca Angkatan I tahun I. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Ditjen Dikti. Depdiknas.
- Arends, R. I., Wenitzky, N. E., & Tannenboun, M. D. 2001. *Exploring teaching: An introduction to education*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Ausubel, D. P. 1978. *Educational Psychology: A cognitive view 2nd*. New York: Holt Rinehart and Winstone.
- Base, M. 2006. Effect of conceptual change oriented instruction on students' understanding of heat and temperature concept. *Journal of Maltese Education Research*. 4(1). 64-79. www.educ.um.edu.mt/jmer.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. 1993. *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

- Brown, D. E. 1992. Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research In Science Teaching*. 29(1). 17-34.
- Bryan, J. 2005. Physics activities for family math and science nights. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(2). 19-21. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Costa, A. L., (Ed.). 1999. *Teaching for intelligence*. Arlington Heights, Illinois: Skylight Training and Publishing, Inc.
- Dochy, F. J. R. C. 1996. Prior knowledge and learning. Dalam Corte, E. D., & Weinert, F. (eds.): *International Encyclopedia of Developmental and Instructional Psychology*. 459-467. New York: Pergamon
- Dole, J. A., & Sinatra, G. M. 1998. Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33(2/3), 109-128.
- Duit, R. 1996. Preconception and misconception. Dalam Corte, E. D., & Weinert, F. (eds.): *International Encyclopedia of Developmental and Instructional Psychology*. 455-459. New York: Pergamon
- Ennis, R. H. 1993. Critical thinking assessment. Dalam Donmoyer, R., & Merryfield, M. M (Eds.): *Theory into practice: Teaching for higher order thinking*. 32(3). 179-186.
- Etkina, E. 2005. Physics teacher preparation: dreams and reality. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(2). 3-9. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Fogarty, R., & McTighe, J. 1993. Educating teachers for higher order thinking: The three-story intellect. Dalam Donmoyer, R., & Merryfield, M. M (Eds.): *Theory into practice: Teaching for higher order thinking*. 32(3). 161-169.
- Galili, I., & Hazan, A. 2000. The influence of an historically oriented course on students' content knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *Physics Education Research, Am. J. Phys. Suppl.* 68(7). S3-S15.
- Gardner, H. 1999. *The discipline mind: What all students should understand*. New York: Simon & Schuster Inc.
- Gay, L. R. 1987. *Education research, Competencies for analysis and application*. Third edition. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Gil-Peres, D., & Carrascosa, J. 1990. What to do about science "misconception". *Science Education*. 74(5). 531-540.
- Gunstone, R. F., Gray, C.M.R., & Searley, P. 1992. Some longterm effects of uninformed conceptual change. *Science Education*. 76(2). 175-197.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Schwab, J. H. 1990. *Instruction: A models approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Hair, J. R. J. F., Anderson, R. E., Tatham C, R. L., Black, W. C. 1995. *Multivariate data analysis with reading*. Fourth edition. London: Prentice-Hall International (UK) Limited, Inc.
- Halloun, I. 1996. Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research In Science Teaching*. 39(9). 1019-1041.
- Hammer, D. 2000. Student resources for learning introductory physics. *Physics Education Research, Am. J. Phys. Suppl.* 68(7). S52-S59.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. 2002. *Instructional media and technology for learning, 7th edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

- Hewson, P. W., & Thorley, N. R. 1989. The condition of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*. Vol.11. *special issues*. 541-553.
- Hynd, C. R., Whorter, J. Y. V., Phares, V. L., & Suttles, C. W. 1994. The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Journal of Research In Science Teaching*. 31(9). 933-946.
- Jabot, M., & Kautz, C. H. 2003. A model for preparing preservice physics teachers using inquiry-based methods. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 1(4). 25-32). Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Jacobs, G. M., Lee, G. S, & Ball, J. 1996. *Learning Cooperative Learning via Cooperative Learning: A Sourcebook of Lesson Plans for Teacher Education on Cooperative Learning*. Singapore: SEAMEO Regional Language Center.
- Kerlinger, F. N. 2000. *Asas-asas penelitian behavioral*. Terjemahan: Foundation behavioral research, oleh: Simatupang, L. R., & Koesoemanto, H. J. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. 1996. *The new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kucuk, M., Cepni, S., & Gokdere, M. 2005. Turkish primary school students' alternative conceptions about work, power, and energy. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(2). 19-21. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Longworth, N. 1999. *Making lifelong learning work: learning cities for a learning century*. London: Kogan page imited.
- Marzano, R. J. 1993. How classroom teachers approach the teaching of thinking. Dalam Donmoyer, R., & Merryfield, M. M (Eds.): *Theory into practice: Teaching for higher order thinking*. 32(3). 154-160.
- Marzano, R. J., Pickering, D., & McTighe, J. 1993. *Assessing student outcome: Performance assessment using the dimensions of learning model*. Alexandria, Va.: Associatiomn for supervision in curriculum development.
- Mehrens, W. A. & Lehmann, I. J. 1984. *Measurement and evaluation in education and psychology*, Third edition. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Montgomery, D. C. 1984. *Design and analysis of experiment*. Second edition. New York: John Wiley & Sons.
- Novodvorsky, I. 2006. Shift in beliefs and thinking of a beginning physics teacher. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3). 11-17. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Perkin, D. N., & Unger, C. 1999. Teaching and learning for understanding. Dalam Reigeluth, C. M. (Ed.): *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, volume II. 91-114. Englewood Cliffs, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. 1995. Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*. 65(2). 129-143.
- Read, J. R. 2004. *Children's misconception and conceptual change in science education*. <http://acell.chem.usyd.edu.au/conceptual-change.cfm>.
- Roth, W. M., & Roychoudhury, A. 1994. Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(1). 5-30.

- Santyasa, 2003. Asesmen dan kriteria penilaian hasil belajar fisika berbasis kompetensi. *Makalah*. Disajikan dalam seminar dan lokakarya bidang peningkatan relevansi Program DUE-LIKE Jurusan Pendidikan Fisika IKIP Negeri Singaraja, 15-16 Agustus 2003 di Singaraja.
- Santyasa, I W., Suwindra, I N. P., Sujanem, R., & Suardana, K. 2005. Pengembangan teks bermuatan model perubahan konseptual dan komunitas belajar serta pengaruhnya terhadap perolehan kompetensi siswa di SMA. *Laporan Penelitian RUKK Menristek tahun Pertama*. Lembaga Penelitian IKIP Negeri Singaraja.
- Santyasa, I W., Suwindra, I N. P., Sujanem, R., & Suardana, K. 2006. Pengembangan teks bermuatan model perubahan konseptual dan komunitas belajar serta pengaruhnya terhadap perolehan kompetensi siswa di SMA. *Laporan Penelitian RUKK Menristek tahun Kedua*. Lembaga Penelitian Universitas Pendidikan Ganesha.
- Savinainen, A., & Scott, P. 2002. Using the force concept inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1). 53-58.
- Schamel, D., & Ayres, M. P. 1992. The mind-on approach: Student creativity and personal involvement in the undergraduate science laboratory. *Journal of Collage Science Teaching*, 21. 226-229.
- Slavin, R. E. 1995. *Cooperative learning*. Second edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Steinbach, R. 2002. *Successful lifelong learning*. Alih bahasa: Kumala Insiwi Suryo. Jakarta: PPM.
- Stofflett, R. T. 1994. The accommodation of science pedagogical knowledge: The application of conceptual change constructs to teacher education. *Journal of Research In Science Teaching*. 31(8). 787-810.
- Suit, J. P. 2006. Assessing investigative skill development in inquiry-based and traditional college science laboratory courses. <http://www.findarticles.com/p/articles/miqa3667/is200410/ain9423300/print>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. 1983. *Using multivariate statistics*. Second edition. New York: Harper & Row, Publishers.
- Thijs, G.D. 1992. Evaluation of an introductory course on “force” considering students’ preconceptions. *Science Education*. 76(2). 155-174.
- TSOI, M. F., GOH, N. K., & CHIA, L. S. 2004. Using group investigation for chemistry in teacher education. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*. 5(1).
- Tuckman, B. W. 1999. *Conducting educational research*. Fifth edition. New York: Harcourt Brace College Publisher.
- Vesena, J. 2005. Six years of modeling workshops: Three cautionary tales. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(2). 16-18. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Villani, A. 1992. Conceptual change in science and science education. *Science Education*. 76(2). 223-237.
- Wenning, C. J. 2006. A framework for teaching the nature of science. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3). 3-10. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Wenning, C. J., & Wenning, R. E. 2006. A generic model for inquiry-oriented lab in postsecondary introductory physics. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3). 24-33. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Wiersma, W. 1991. *Research methods in education*. Fifth edition. Boston: Allyn and Bacon.

- Winer, B. J. 1971. *Statistical principles in experimental design, second edition*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Yerushalmi, E., & Magen, E. 2006. Some old problem, new name? Altering students to the nature of the problem-solving process. *Physic Education*. 41(2). 161-167. On line <http://www.iop.org/Ej/journal/PhysEd>
- Yulaelawaty, E. 2002. Karakteristik pembelajaran MIPA berdasarkan Kurikulum Berbasis Kompetensi. *Makalah*. Disajikan pada seminar pembelajaran MIPA di FPMIPA IKIP Negeri Singaraja, 21 Desember 2002.
- Zainul, A. 2001. *Applied Approach, Mengajar di Perguruan Tinggi, Buku 2.09: Alternative assessment*. PAU-P2AI Ditjen Dikti Depdiknas.
- Zakaria, E., & Iksan, Z. 2007. Promoting cooperative learning in science and mathematics education: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of mathematics, Science & Technology Education*. 3(1). 35-39. www.ejmste.com.
- Zhaoyao, M. 2002. Physics education for the 21st century: avoiding a crisis. *Physics Education*, 37(1). 7-8.