

Implementasi Pembelajaran Inovatif untuk Pemahaman dalam Belajar Fisika di SMU

Wayan Ardhana
Purwanto
Laurens Kaluge
I Wayan Santyasa

Abstract: This study aims at describing the effect of the implementation of the *conceptual change instruction model* as an instructional innovation and prior knowledge on remediation, understanding, and physics achievement in science. During the implementation, questionnaires and tests were administered to 336 high-school students at four schools in the cities of Singaraja and Malang. It was found that (1) prior knowledge had significant effect on the remediation and understanding, but not on learning achievement, (2) the innovative model had positive effects on remediation, understanding, and achievement, and (3) no interactive effect was found between prior knowledge and the innovative model and the remediation, understanding, and achievement in physics.

Kata kunci: pembelajaran inovatif, konstruktivisme, pemahaman konsep, pendidikan fisika.

Pemahaman merupakan salah satu modal dasar bagi setiap manusia dalam menyongsong kehidupannya di masa akan datang. Kehidupan di masa mendatang tergantung pada temuan-temuan dan terobosan-terobosan dalam bidang sains dan teknologi; sedangkan pengembangan sains dan teknologi tergantung

Wayan Ardhana dan Purwanto adalah dosen Universitas Negeri Malang. Laurens Kaluge adalah dosen Universitas Negeri Surabaya. I Wayan Santyasa adalah dosen IKIP Singaraja.

pada minat serta penguasaan generasi muda pada sains. Seseorang dikatakan memahami apabila ia dapat menunjukkan pemahaman tersebut pada level kemampuan yang lebih tinggi baik pada konteks yang sama maupun pada konteks yang berbeda (Gardner, 1999b; Willis, 2000). Namun, dalam pembelajaran sains, pemahaman relatif sulit diwujudkan. Gardner (1991, 1999a) mengungkapkan bahwa para siswa SMU sering mengalami kesulitan memahami konsep sains. Sadia (1995) dan Sadia dkk. (2000) menyatakan bahwa siswa SLTP menunjukkan tingkat pemahaman relatif rendah dalam sains. Santyasa dkk. (1998) menyatakan bahwa siswa SD menunjukkan tingkat pemahaman relatif rendah dalam pelajaran sains.

Sulitnya pencapaian pemahaman bagi siswa dalam pembelajaran sains seharusnya menggiring para guru untuk berpikir cermat dalam mendesain pembelajaran. Salah satu caranya adalah mempertimbangkan pengetahuan awal sebagai *spring board* dalam perancangan pembelajaran sains. Dengan demikian, praktik pembelajaran sains diharapkan tidak bertentangan dengan hakikat teori dan praktik pembelajaran. Harapan inilah yang mendorong perlunya landasan teoretik, konseptual, dan operasional dalam perumusan tujuan pembelajaran dan pengembangan desain pembelajaran sains yang lebih memusatkan perhatian pada pengaktifan pengetahuan awal siswa, cara-cara penanggulangan kesulitan belajar siswa, dan belajar untuk pemahaman.

Sains mengandung makna bertanya, mencari jawaban, memahami jawaban, menyempurnakan jawaban tentang apa, mengapa, dan bagaimana gejala alam dan karakteristik alam melalui cara sistematis yang akan diterapkan dalam lingkungan dan teknologi (Puskur, 2002). Untuk mempelajari bahan ajar sains, siswa perlu dibantu mengembangkan sejumlah keterampilan ilmiah atau bekerja ilmiah melalui metode ilmiah sekaligus melatih sikap ilmiah. Metode ilmiah meliputi identifikasi masalah, penyusunan hipotesis, prediksi konsekuensi hipotesis, eksperimen untuk menguji hipotesis, dan perumusan hukum yang sederhana yang diorganisasikan dari hipotesis, prediksi, dan eksperimen. Keberhasilan sains ditentukan oleh *sikap* ilmuwan yang mau mengubah prinsipnya dan menerima perbedaan jika ada temuan baru yang berbeda.

Jelaslah bahwa karakteristik sains adalah produk pengetahuan ilmiah, yang merupakan temuan ilmuwan berupa fakta, teori, hukum, dan proses dalam memperoleh dan mengembangkan pengetahuan sains berupa keterampilan sains dalam melakukan kerja ilmiah yang meliputi: mengamati, mengukur, menggolongkan, mengajukan pertanyaan, menyusun hipotesis, merencanakan eksperimen, mengendalikan variabel dalam eksperimen, mengolah dan menganalisis data, serta mengkomunikasikan hasil eksperimen.

Dalam kegiatan pembelajaran, aspek kerja ilmiah terintegrasi dengan *pemahaman konsep* yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan siswa (Yulaelawaty, 2002). Melalui kerja ilmiah diharapkan para siswa dapat mengembangkan sikap dan nilai yang meliputi rasa ingin tahu, jujur, sabar, terbuka, kritis, tekun, cermat, disiplin, peduli terhadap lingkungan, memperhatikan keselamatan kerja, dan kerja sama dengan orang lain. Dalam latar kelas, semua sikap dan nilai tersebut dapat tumbuh dan berkembang melalui pembelajaran yang bersifat inovatif dan produktif.

Dalam seting kelas, siswa lebih banyak belajar dari teman daripada gurunya. Konsekuensinya, pengembangan komunikasi efektif seharusnya tidak ditinggalkan demi kesempatan belajar itu. Metode pembelajaran kooperatif memanfaatkan kecenderungan siswa untuk berinteraksi dan memiliki dampak positif terhadap siswa yang hasil belajarnya rendah (Lundgren, 1994).

Pendekatan konstruktivistik dalam pembelajaran kooperatif bertolak dari asumsi bahwa siswa akan lebih mudah mengkonstruksi pengetahuannya, lebih mudah menemukan dan memahami pemecahan konsep yang sulit jika mereka mendiskusikan masalah yang dihadapi dengan temannya (Slavin, 1995). Slavin (1994; 1995) menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif dapat menghasilkan pemikiran dan tantangan perubahan miskonsepsi siswa. Di lain pihak, Samani (1996) menyatakan bahwa jika siswa memiliki keterampilan kooperatif tingkat mahir, mereka akan memiliki kemampuan mengelaborasi suatu konsep yang akan menghasilkan pemahaman lebih dalam dan hasil belajar yang lebih tinggi yang pada akhirnya akan menumbuhkan motivasi positif dan sikap yang lebih baik. Pemecahan masalah secara kooperatif dapat mempercepat pembentukan konsensus dan resolusi konflik kognitif antaranggota kelompok siswa yang menjadi bagian penting dalam pengkonstruksian struktur kognitif baru dan pemahaman yang lebih baik dalam belajar (Young dkk., 1996). Watson (1991) menyatakan bahwa pembelajaran kooperatif dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Santyasa dkk. (2001) menyatakan bahwa pembelajaran kooperatif dapat menyediakan peluang bagi pebelajar untuk mengubah miskonsepsi dan meningkatkan hasil belajar.

Rekonstruksi pemahaman umumnya lebih banyak terjadi melalui proses akomodasi daripada proses asimilasi. Oleh sebab itu, belajar untuk pemahaman tidak dapat dilepaskan dari *conceptual change instruction model*. Banyak penelitian (Brown, 1992; Gunstone dkk., 1992; Guzzetti & Hynd, 1998; Hynd dkk., 1994; Santyasa dkk., 2001; Stofflett, 1994; Thijs, 1992; Twigger dkk., 1994; Villani, 1992) menunjukkan bahwa penerapan model perubahan kon-

septual dalam pembelajaran konsep terbukti dapat menuntun pengkonstruksian pemahaman secara mendalam. Model Pembelajaran Perubahan Konseptual secara teoretis bertumpu pada *cognitive reconstruction of knowledge model* (CRKM) (Dole & Sinatra, 1998). CRKM berfokus pada pengusutan interaksi karakteristik-karakteristik pebelajar dan pesan.

Karakteristik individu yang pertama berkaitan dengan konsepsi yang dimiliki atau pengetahuan awal berkenaan dengan ide, topik, kejadian, atau fenomena. Pengetahuan awal dapat memberikan cara pemrosesan informasi baru dan juga dapat mempengaruhi interpretasi individu dari kejadian yang sama. Tiga kualitas relevan konsepsi yang dimiliki pebelajar yang mempengaruhi kemungkinan perubahan adalah *strength*, *coherence*, dan *commitment*. Semakin kuat ide yang dimiliki, semakin kurang kemungkinan proses perubahan. Semakin kurang koheren konsepsi yang dimiliki, semakin mudah kemungkinan berubah. Individu yang komit terhadap ide yang dimiliki kurang suka mengubah idenya (Dole & Sinatra, 1998; Schommer, 1993).

Karakteristik individu yang kedua adalah motivasi pebelajar untuk memproses informasi baru. Hewson & Thorley (1989) menggunakan istilah *dissatisfaction* yang merupakan tonggak munculnya motivasi untuk berubah. Konflik atau ketidakcocokan muncul dari adanya anomali antara konsepsi yang dimiliki dan data baru (Dole & Sinatra, 1998). Konflik kognitif dapat juga muncul ketika dua pandangan mengalami kontradiksi. Namun individu dapat pula memiliki motivasi mengubah idenya tanpa mengalami ketidakcocokan ide. Hal ini terjadi jika individu memiliki taruhan terhadap hasil, meminati suatu topik, secara emosional terlibat dalam suatu topik atau tugas, memiliki *self-efficacy* yang tinggi berkaitan dengan topik dan tugas (Dole & Sinatra, 1998). *Self-efficacy* berpengaruh terhadap ketekunan, dan *self-efficacy* berpengaruh langsung dan tak langsung terhadap prestasi (Schunk, 1999).

Faktor ketiga, yang merupakan bagian dari motivasi, adalah konteks sosial. Para siswa mungkin termotivasi memproses suatu pesan karena kelompok mereka menunjukkan perhatian pada suatu topik. Dalam konteks tersebut pesan dianggap mengandung variasi variabel konteks sosial. Interaksi dengan anggota suatu komunitas, sekolah, kelompok sebaya bisa memotivasi individu untuk memproses informasi. Teman sebaya berfungsi sebagai model. Model peniruan teman sebaya (*peer coping model*) dan model penguasaan teman sebaya (*peer mastery model*) berpengaruh positif terhadap *self-efficacy*, motivasi, regulasi diri, dan prestasi (Schunk, 1999).

Karakteristik pesan merupakan seperangkat variabel yang unik, seperti format, organisasi, dan tugas yang dimuat oleh pesan tersebut. Variabel-variabel

ini berinteraksi dengan konsepsi dan motivasi pebelajar. Pesan harus *comprehensible, plausible, coherent*, dan secara retorika mendorong individu. Pesan bersifat *comprehensible* bila secara konseptual tidak begitu sulit, dan mengandung konsep-konsep yang berkaitan dengan latar belakang pengetahuan yang dimiliki individu. Pesan bersifat *plausible* jika mengandung konsep yang masuk akal dan benar. Pesan *coherent* berarti dapat menyediakan penjelasan mengenai fenomena dan ide-ide yang berkaitan dalam keseluruhan konsep. Suatu pesan secara retorika adalah *compelling* dengan individu jika pemakaian bahasa, sumber-sumber informasi yang membentuk argumentasi itu, dan dasar pembenaran yang disediakan cukup meyakinkan.

Konseptualisasi konsepsi yang telah ada, motivasi dan pesan yang diberikan dapat membentuk sistem pembelajaran yang dinamis dan menarik. Proses perubahan konseptual melalui *concept change model* (CCM) mulai dengan motivasi pembelajaran, tetapi proses perubahan konseptual melalui *elaboration likelihood model* (ELM) mulai dengan pesan pembelajaran. Jika interaksi antara karakteristik pebelajar dan pesan terjadi dengan cara yang positif, individu akan suka memproses informasi. Namun dianjurkan agar pemrosesan informasi berjalan dengan sendirinya dalam seperangkat kesatuan dari keterlibatan kognitif rendah ke keterlibatan metakognitif yang tinggi untuk menghasilkan elaborasi tinggi. Elaborasi tinggi terjadi apabila individu terlibat dengan penuh upaya dan pemrosesan informasi secara analitik. Di lain pihak, elaborasi rendah terjadi melalui pemrosesan informasi secara heuristik dan keterlibatan yang bersifat *superficial*.

Keterlibatan individu dalam elaborasi tinggi tidak hanya terjadi dalam strategi kognitif menghubungkan konsepsi yang telah ada dengan informasi baru, tetapi juga merefleksi dan meregulasi diri. Ini adalah bentuk tertinggi keterlibatan metakognitif yang akan menghasilkan kemungkinan perubahan konseptual yang kuat. Suasana kelas tempat individu mengalami keterlibatan metakognisi secara maksimal disebut *intentional learners in inquiring classrooms* (Dole & Sinatra, 1998). Dalam kelas seperti itu, para siswa sadar akan ide-ide mereka dan memiliki kontrol terhadap belajar mereka.

Jadi pemrosesan informasi dengan keterlibatan metakognisi tinggi akan menghasilkan perubahan konseptual relatif kuat dan tahan lama. Namun jika pemrosesan informasi melalui keterlibatan kognisi bersifat dangkal, perubahan konseptual akan relatif lemah, sementara, dan rentan. Fasilitator bertugas menggali pengetahuan awal siswa, mengorganisasikan pesan pembelajaran secara optimal, memotivasi siswa, dan menyediakan lingkungan kelas yang menantang terjadinya perubahan konseptual secara maksimal.

Langkah-langkah pembelajaran perubahan konseptual (Dole & Sinatra, 1998; Hynd dkk., 1994) adalah identifikasi tujuan, pengorganisasian *refutational text*, identifikasi dan klarifikasi pengetahuan awal, identifikasi dan klarifikasi miskonsepsi, revisi tujuan dan *refutational text*, rancangan pembelajaran, implementasi rancangan pembelajaran, dan evaluasi. Implementasi program pembelajaran perubahan konseptual meliputi orientasi pengalaman belajar, eksplorasi ide-ide siswa, restrukturisasi ide-ide siswa, tinjauan ide-ide siswa, dan aplikasi ide-ide siswa (Sadia, 1996). Langkah restrukturisasi ide-ide siswa dilakukan dalam tiga tahapan: klarifikasi pertukaran ide-ide siswa; penyajian demonstrasi, analogi, konfrontasi, dan contoh-contoh tandingan sebagai strategi konflik kognitif; dan restrukturisasi ide-ide baru.

Tujuan penelitian ini ialah menguji keunggulan dan faktor yang mempengaruhi penerapan serta keberhasilan pembelajaran inovatif *conceptual change instruction model* untuk pembelajaran fisika SMU kelas I semester I.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dengan kelompok kontrol yang non-ekivalen. Pengamatan dilakukan pada awal dan akhir eksperimen. Di kota yang sama diambil dua SMU; sekolah yang satu melaksanakan pembelajaran inovatif sedangkan sekolah yang lain melaksanakan pembelajaran non-inovatif.

Subjek penelitian adalah siswa kelas I SMUN di Malang dan di Singaraja. SMU yang terlibat ialah SMUN 1 Singaraja, SMUN 4 Singaraja, SMU Santo Albertus Malang, dan SMUN 1 Malang. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*. Berdasarkan teknik penempatan rambang, terpilih kelas I-7 SMU Santo Albertus Malang dan kelas I-2 SMUN 1 Singaraja untuk melaksanakan model pembelajaran perubahan konseptual (MPPK), sedangkan SMUN 1 Malang dan SMUN 4 Singaraja melaksanakan model pembelajaran konvensional (MPK). Subjek yang terlibat sebanyak 336 siswa SMU kelas 1 ditunjuk oleh 4 kepala sekolah dan 4 guru IPA.

Variabel bebas penelitian ini adalah model pembelajaran, yang terdiri dari model pembelajaran perubahan konseptual dan model pembelajaran konvensional. Variabel moderatornya adalah klasifikasi kemampuan awal siswa yang terdiri dari kemampuan awal tinggi dan rendah. Tiga kovariat yang diteliti adalah skor miskonsepsi awal, pemahaman konsep awal, dan hasil belajar awal. Variabel terikat yang menjadi objek penelitian ini adalah remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar fisika kelas I SMU.

Untuk mengukur pengaruh pembelajaran inovatif dengan model pembelajaran perubahan konseptual, dikembangkan tes pemahaman konsep dan tes hasil belajar fisika kelas I SMU. Tes disusun dengan pola *extended response* dengan tipe pilihan ganda diperluas untuk tes pemahaman konsep dan tipe esai untuk tes hasil belajar.

Uji coba instrumen tersebut dilakukan melalui diskusi antaranggota tim peneliti, *expertise judgment*, dan *user judgment* mengenai *content validity*, dan prosedur empirik. Uji coba melalui prosedur empirik bertujuan untuk menganalisis konsistensi internal instrumen. Hasil analisis validitas dan konsistensi internal instrumen tersebut adalah sebagai berikut. Dari 26 butir tes pemahaman konsep yang diuji coba, diputuskan 20 butir untuk digunakan dalam penelitian dengan rentangan nilai indeks validitas butir bergerak dari $r = 0,21$ s.d $r = 0,53$ dan indeks reliabilitas *alpha Cronbach* = 0,59. Dari 26 butir tes hasil belajar yang diuji coba, diputuskan 20 butir untuk digunakan dalam penelitian dengan rentangan nilai indeks validitas butir bergerak dari $r = 0,25$ s.d $r = 0,69$ dan indeks reliabilitas *alpha Cronbach* = 0,85.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dapat digolongkan menjadi dua jenis, data awal (data sebelum perlakuan) dan akhir (data setelah perlakuan). Data awal meliputi: skor-skor miskonsepsi awal, pemahaman konsep awal, dan hasil belajar awal. Data akhir meliputi miskonsepsi setelah perlakuan, remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar fisika. Remediasi miskonsepsi didefinisikan sebagai selisih antara skor miskonsepsi awal dan miskonsepsi akhir.

Data dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan *multivariate analysis of covariance* (MANCOVA) faktorial 2×2 . Uji normalitas sebaran data menggunakan statistik *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*. Analisis normalitas data dilakukan pada 12 kelompok yang terdiri dari enam kelompok MPPK dan enam kelompok MPK, yang masing-masing terdiri dari remediasi kelompok kemampuan awal tinggi (REMTNGG), remediasi kelompok kemampuan awal rendah (REMRNDH), pemahaman konsep kelompok kemampuan awal tinggi (PKTINGGI), pemahaman konsep kelompok kemampuan awal rendah (PKRENDAH), hasil belajar kelompok kemampuan awal tinggi (HBTINGGI), dan hasil belajar kelompok kemampuan awal rendah (HBRENDAH) memperlihatkan nilai signifikansi statistik *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* di atas 0,05, kecuali untuk PKRENDAH pada kelompok MPPK dan HBTINGGI pada kelompok MPK yang menunjukkan angka signifikansi di bawah 0,05. Oleh karena itu, secara keseluruhan kelompok data dianggap berdistribusi normal.

Uji homogenitas matriks varian-kovarian dilakukan dengan menggunakan *Box's Test* dan uji kesalahan varian dilakukan dengan menggunakan *Levene's Test*. Dari hasil *Box's test*, ditemukan angka *Box's M* sebesar 40,676 dengan angka signifikansi 0,003. Oleh karena angka tersebut jauh di bawah 0,05, maka H_0 yang menyatakan matriks varian-kovarian variabel-variabel remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar adalah sama antarkelompok, ditolak. Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan matriks varian-kovarian variabel-variabel terikat antarkelompok perlakuan. Demikian pula, hasil *Levene's test* menunjukkan varian pemahaman konsep dan hasil belajar adalah *berbeda* antarkelompok perlakuan ($F = 6,242$ dan $F = 3,674$ masing-masing dengan $p < 0,05$), kecuali varian remediasi miskonsepsi adalah sama antar kelompok perlakuan ($F = 1,878$ dengan $p > 0,05$).

Walaupun matriks varian-kovarian yang diperoleh dari *Box's test* dan varian yang diperoleh dari *Levene test* menunjukkan perbedaan secara signifikan variabel-variabel dependen antar kelompok perlakuan, namun perbedaan-perbedaan kecil tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai-nilai statistik F dari MANCOVA, karena menurut Lewis (1968: 45), *the F test is remarkably robust*. Oleh karena itu, MANCOVA dapat dilanjutkan.

HASIL

Hasil analisis MANCOVA faktorial 2×2 dimaksudkan untuk menjawab masalah ada atau tidak adanya pengaruh secara bersama-sama dan sendiri-sendiri variabel kemampuan awal (KAWAL) dan model-model pembelajaran (MODEL) terhadap remediasi miskonsepsi (remedi), pemahaman konsep (pemkon), dan hasil belajar fisika (HASBEL) disajikan pada Tabel 1 dan pengaruh setiap faktor disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 1, tampak bahwa nilai-nilai statistik F dari *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, *Roy's Largest Root*, semuanya memiliki angka signifikansi di bawah 0,05. Oleh karena itu hipotesis nol, yang menyatakan bahwa “tidak ada pengaruh variabel independen (KAWAL dan MODEL) terhadap variabel-variabel dependen (remediasi, pemahaman konsep, dan hasil belajar) secara bersama-sama,” ditolak. Jadi, variabel-variabel KAWAL dan MODEL berpengaruh signifikan terhadap variabel-variabel remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar secara bersama-sama. Begitu juga ditemukan ada pengaruh interaksi antara KAWAL dan MODEL terhadap remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar secara bersama-sama.

Tabel 1 Ringkasan Hasil Uji Multivariat

Efek		Nilai	F	Sig.
KAWAL	Pillai's Trace	0,131	4,589	0,005
	Wilks' Lambda	0,869	4,589	0,005
	Hotelling's Trace	0,151	4,589	0,005
	Roy's Largest Root	0,151	4,589	0,005
MODEL	Pillai's Trace	0,260	10,630	0,000
	Wilks' Lambda	0,740	10,630	0,000
	Hotelling's Trace	0,350	10,630	0,000
	Roy's Largest Root	0,350	10,630	0,000
KAWAL *	Pillai's Trace	0,099	3,341	0,023
MODEL	Wilks' Lambda	0,901	3,341	0,023
	Hotelling's Trace	0,110	3,341	0,023
	Roy's Largest Root	0,110	3,341	0,023

Tabel 2 dapat diinterpretasi sebagai berikut. *Pertama*, nilai kovariat Y11 (skor-skor pengetahuan awal) berpengaruh signifikan hanya terhadap variabel remediasi miskonsepsi ($F = 5,32$ dengan $p < 0,05$), nilai kovariat Y12 (skor-skor miskonsepsi awal) berpengaruh signifikan hanya terhadap variabel remediasi miskonsepsi ($F = 50,53$ dengan $p < 0,05$), dan kovariat Y13 (skor-skor awal tes hasil belajar) berpengaruh signifikan hanya terhadap variabel hasil belajar ($F = 7,13$ dengan $p < 0,05$). Sedangkan variabel pemahaman konsep hampir tidak dipengaruhi oleh semua kovariat.

Kedua, dari sumber kemampuan awal (KAWAL) untuk variabel dependen pertama yaitu remediasi miskonsepsi, diperoleh $F = 12,85$ dengan signifikansi 0,001. Karena angka tersebut jauh di bawah 0,05, hipotesis nol, yang menyatakan “tidak ada perbedaan remediasi miskonsepsi antara kelompok berkemampuan awal tinggi dan berkemampuan awal rendah”, ditolak. Dengan kata lain, terdapat perbedaan signifikan hasil remediasi miskonsepsi antara kelompok berkemampuan awal tinggi dan kelompok berkemampuan awal rendah. Dari hasil uji komparasi pasangan, diperoleh perbedaan nilai rerata remediasi miskonsepsi antara kelompok kemampuan awal tinggi ($M = 4,00$) dan kelompok kemampuan awal rendah ($M = 0,459$) sebesar 3,541 dengan angka signifikansi 0,001. Jadi siswa yang memiliki kemampuan awal tinggi dapat melakukan remediasi miskonsepsi lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang memiliki kemampuan awal rendah.

Tabel 2 Ringkasan Hasil Mancova Faktorial 3 x 2 Pengujian Pengaruh Antarsubjek

Sumber	Variabel Terikat	JK Tipe III	db	RK	F	Sig.
Model Terkoreksi	REMEDI	440.376	6	73.396	12.798	.000
	PEMKON	1668.712	6	278.119	12.917	.000
	HASBEL	3415.223	6	569.204	6.860	.000
Intersep	REMEDI	.339	1	.339	.059	.808
	PEMKON	127.609	1	127.609	5.927	.017
	HASBEL	10.630	1	10.630	.128	.721
Y11	REMEDI	30.532	1	30.532	5.324	.023
	PEMKON	12.070	1	12.070	.561	.456
	HASBEL	68.347	1	68.347	.824	.366
Y12	REMEDI	289.785	1	289.785	50.531	.000
	PEMKON	45.059	1	45.059	2.093	.151
	HASBEL	22.113	1	22.113	.266	.607
Y13	REMEDI	.521	1	.521	.091	.764
	PEMKON	41.578	1	41.578	1.931	.168
	HASBEL	591.249	1	591.249	7.126	.009
KAWAL	REMEDI	73.691	1	73.691	12.850	.001
	PEMKON	128.786	1	128.786	5.981	.016
	HASBEL	24.919	1	24.919	.300	.585
MODEL	REMEDI	31.153	1	31.153	5.432	.022
	PEMKON	597.867	1	597.867	27.767	.000
	HASBEL	1637.689	1	1637.689	19.737	.000
KAWAL * MODEL	REMEDI	5.258	1	5.258	.917	.341
	PEMKON	76.143	1	76.143	3.536	.063
	HASBEL	17.243	1	17.243	.208	.650
Error	REMEDI	533.334	93	5.735		
	PEMKON	2002.448	93	21.532		
	HASBEL	7716.777	93	82.976		
Total	REMEDI	1471.000	100			
	PEMKON	114028.000	100			
	HASBEL	148032.000	100			
Total	REMEDI	973.710	99			
Terkoreksi	PEMKON	3671.160	99			
	HASBEL	11132.000	99			

Ketiga, dari sumber kemampuan awal (KAWAL) untuk variabel pemahaman konsep, ditemukan bahwa nilai statistik $F = 5,98$ dengan signifikansi 0,016. Angka signifikansi tersebut memberi petunjuk bahwa hipotesis nol yang menyatakan “tidak ada perbedaan pemahaman konsep antara kelompok berkemampuan awal tinggi dan berkemampuan awal rendah”, ditolak. Dengan kata lain, terdapat perbedaan signifikan pemahaman konsep antara kelompok berkemampuan awal tinggi dan kelompok berkemampuan awal rendah. Dari hasil uji komparasi pasangan, diperoleh perbedaan nilai rerata pemahaman konsep antara kelompok kemampuan awal tinggi ($M = 35,56$) dan kelompok kemampuan awal rendah ($M = 30,88$) adalah sebesar 4,68 dengan signifikansi 0,016. Jadi siswa yang memiliki kemampuan awal tinggi dapat mencapai tingkat pemahaman konsep lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang memiliki kemampuan awal rendah.

Keempat, dari sumber kemampuan awal (KAWAL) untuk variabel hasil belajar fisika, terungkap bahwa nilai statistik $F = 0,30$ dengan angka signifikansi 0,585. Angka signifikansi tersebut jauh berada di atas 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol yang menyatakan “tidak ada perbedaan hasil belajar fisika antara kelompok yang berkemampuan awal tinggi dan yang berkemampuan awal rendah”, diterima. Dengan perkataan lain, tidak terdapat perbedaan hasil belajar fisika antara kelompok yang berkemampuan awal tinggi dan kelompok yang berkemampuan awal rendah.

Kelima, dari sumber pengaruh model pembelajaran (MODEL) terhadap variabel remediasi miskonsepsi, ditemukan nilai statistik $F = 5,43$ dengan signifikansi 0,022, jauh di bawah 0,05. Hipotesis nol yang menyatakan “tidak ada perbedaan remediasi miskonsepsi antara kelompok MPPK dan MPK”, ditolak. Dengan perkataan lain, terdapat perbedaan secara signifikan hasil remediasi miskonsepsi antara kelompok MPPK dan MPK. Dari hasil uji komparasi pasangan, diperoleh perbedaan nilai rerata remediasi miskonsepsi antara kelompok MPPK ($M = 2,80$) dan kelompok MPL ($M = 1,66$) sebesar 1,143 dengan signifikansi 0,022. Angka signifikansi tersebut berada di bawah 0,05. Jadi siswa pada kelompok MPPK dapat melakukan remediasi miskonsepsi lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelompok MPK.

Keenam, dari sumber pengaruh model pembelajaran (MODEL) terhadap variabel pemahaman konsep, hasil analisis menunjukkan nilai statistik $F = 27,77$ dengan signifikansi 0,000, jauh di bawah 0,05. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hipotesis nol yang menyatakan “tidak ada perbedaan pemahaman konsep antara kelompok MPPK dan MPK”, ditolak. Dengan kata lain,

terdapat perbedaan signifikan pemahaman konsep antara kelompok MPPK dan MPK. Hasil uji komparasi pasangan menunjukkan perbedaan nilai rerata pemahaman konsep antara kelompok MPPK ($M = 35,72$) dan kelompok MPL ($M = 30,72$) adalah sebesar 5,01 dengan signifikansi 0,000, jauh di bawah 0,05. Jadi siswa pada kelompok MPPK mencapai pemahaman konsep lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelompok MPK.

Ketujuh, dari sumber pengaruh model pembelajaran (MODEL) terhadap variabel hasil belajar fisika, hasil analisis menunjukkan nilai statistik $F = 19,74$ dengan signifikansi 0,000. Oleh karena angka signifikansi pengaruh model terhadap variabel hasil belajar fisika jauh di bawah 0,05, hipotesis nol yang menyatakan “tidak ada perbedaan hasil belajar fisika antara kelompok MPPK dan MPK”, ditolak. Jadi, terdapat perbedaan signifikan hasil belajar fisika antara kelompok MPPK dan MPK. Hasil uji komparasi pasangan menunjukkan perbedaan nilai rerata hasil belajar fisika antara kelompok MPPK ($M = 41,14$) dan kelompok MPL ($M = 32,88$) adalah sebesar 8,29 dengan signifikansi 0,000. Angka signifikansi tersebut berada jauh di bawah 0,05. Jadi siswa pada kelompok MPPK dapat mencapai hasil belajar lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelompok MPK.

Kedelapan, dari sumber pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal (KAWAL*MODEL) terhadap semua variabel dependen, terungkap nilai statistik F sebagai berikut. Untuk variabel remediasi miskonsepsi, $F = 0,917$ dengan signifikansi 0,341; untuk variabel dependen pemahaman konsep, $F = 3,536$ dengan signifikansi 0,063; dan untuk variabel dependen hasil belajar fisika, $F = 0,208$ dengan signifikansi 0,650. Angka-angka signifikansi tersebut berada di atas 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol yang menyatakan “tidak terdapat pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal terhadap remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, dan hasil belajar fisika”, diterima. Jadi, pada taraf kepercayaan 95%, interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal praktis tidak berpengaruh, baik terhadap variabel remediasi miskonsepsi, pemahaman konsep, maupun terhadap hasil belajar fisika.

PEMBAHASAN

Penerapan MPPK berbasis pengetahuan awal dalam pembelajaran fisika cukup strategis dalam rangka mewujudkan hasil remediasi, pemahaman konsep, dan hasil belajar yang memadai. Kemasan MPPK memberi peluang kepada para siswa dalam belajar fisika untuk sadar menjalani konflik kognitif,

memiliki persepsi positif terhadap belajarnya, mengintegrasikan pengetahuan baru dengan apa yang telah dimilikinya, senantiasa melakukan *refining* dan *expanding* terhadap pengetahuannya, yang semuanya bermuara pada hasil pengkonstruksian pengetahuan secara bermakna. Artinya, pengaktifan pengetahuan awal dapat dilakukan melalui pengemasan pesan pembelajaran secara bermakna sehingga dapat membangkitkan motivasi intrinsik siswa untuk mengubah pandangannya yang sebelumnya miskonsepsi. Kemasan pesan semacam itu akan menantang siswa untuk lebih bertanggung jawab terhadap belajarnya, membangkitkan rasa ingin tahu, sehingga secara tidak langsung para siswa menjalani proses *learning how to learn* dan *learning to do*. Di samping itu, kemasan MPPK yang kaya dengan *refutational model* memberi peluang kepada siswa untuk selalu menggunakan *higher order thinking* dalam pembelajaran dan memberi peluang terjadinya *recursive process* sebagai temuan belajar. Pada akhirnya, siswa yang belajar dengan MPPK akan dapat menampilkan hasil remediasi miskonsepsi yang lebih baik.

Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian ini, yang memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan signifikan remediasi miskonsepsi ($F = 5,43$ dengan $p < 0,05$) antara kelompok MPPK dan kelompok MPK. Kelompok MPPK menunjukkan hasil remediasi lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok MPK (perbedaan nilai rerata 1,143 dengan $p < 0,05$). Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian sebelumnya bahwa penggunaan *refutational process* sebagai variabel perubahan konseptual dalam pembelajaran fisika cenderung dapat memperbaiki miskonsepsinya dan dapat menerapkan hasil belajarnya dalam memecahkan masalah kehidupan (Lynch dkk., 2001). Hasil-hasil penelitian sebelumnya juga mengungkapkan bahwa penerapan model perubahan konseptual dalam pembelajaran konsep fisika dapat meremediasi miskonsepsi (Brown, 1992; Gunstone dkk., 1992; Hynd dkk., 1994; Santyasa dkk., 2001; Stofflett, 1994; Thijs, 1992; Twigger dkk., 1994; Villani, 1992).

Penggunaan proses sangkalan dalam pengajaran fisika bermanfaat untuk mengembangkan wawasan kritis pebelajar di SMU (Lynch dkk., 2001). Wawasan kritis dilandasi oleh berpikir kritis dan kreatif. Berpikir kritis dan kreatif merupakan dasar untuk menampilkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemasan MPPK yang berbentuk *refutational model* memberi peluang kepada siswa untuk menerapkan kemampuan berpikir tersebut dalam pencapaian pemahaman yang lebih baik. Pernyataan itu didukung oleh hasil penelitian ini, yang mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam pemahaman konsep ($F = 0,27,77$ dengan $p < 0,05$) antara kelompok MPPK dan kelom-

pok MPK. Kelompok MPPK menampilkan pemahaman konsep lebih tinggi daripada kelompok MPK (perbedaan nilai rerata pemahaman konsep 5,00 dengan $p < 0,05$). Hasil penelitian ini sesuai dengan temuan sebelumnya (Lynch dkk., 2001) bahwa penggunaan sangkalan dalam pengajaran konsep-konsep fisika memberi peluang kepada para siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konseptual secara lebih bermakna.

Pembelajaran dengan MPPK memberi peluang kepada siswa untuk menghubungkan pengetahuan fisika dengan keterampilan berpikir. Kemampuan itu ditujukan untuk pemahaman konsep, yang diyakini dapat menjamin transfer belajar di dunia nyata. Pemahaman merupakan prasyarat untuk meraih pengetahuan pada level yang lebih tinggi, bahkan merupakan dasar wawasan dan kearifan. Seseorang dikatakan *paham* apabila dia dapat menunjukkan pemahaman tersebut pada level kemampuan yang lebih tinggi baik pada konteks yang sama maupun berbeda (Gardner, 1999b; Willis, 2000). Pemahaman seseorang juga dicirikan oleh kemampuannya dalam mengartikulasikan sesuatu dengan cara mengemukakan gagasan, perspektif, solusi, dan produk mereka yang siap direnungkan, ditinjau, dikritik, dan digunakan oleh orang lain (Dunlap & Grabinger, 1996). Ungkapan itu mengindikasikan bahwa siswa yang belajar fisika dengan fasilitas MPPK, di samping dapat meremediasi miskonsepsi dan memperoleh pemahaman yang lebih baik, juga dapat memperoleh hasil belajar lebih tinggi. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian ini bahwa terdapat perbedaan signifikan hasil belajar fisika ($F = 19,74$ dengan $p < 0,05$) antara kelompok MPPK dan kelompok MPK. Kelompok MPPK menampilkan hasil belajar lebih tinggi daripada kelompok MPK (perbedaan nilai rerata hasil belajar 8,29 dengan $p < 0,05$). Hasil penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa penggunaan kaidah sangkalan sebagai strategi perubahan konseptual dapat meningkatkan keterampilan kognitif secara bebas, pemikiran kreatif, dan kritis, rasa percaya diri dalam menerapkan pengetahuan untuk memecahkan masalah dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang berubah (Lynch dkk., 2001).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Terdapat pengaruh signifikan kemampuan awal siswa terhadap remediasi miskonsepsi fisika dan pemahaman konsep fisika; tidak terdapat pengaruh signifikan kemampuan awal siswa terhadap hasil belajar fisika; terdapat

pengaruh signifikan model pembelajaran perubahan konseptual terhadap remediiasi miskonsepsi fisika, pemahaman konsep fisika, dan hasil belajar fisika; tidak terdapat pengaruh interaktif kemampuan awal dan model pembelajaran perubahan konseptual terhadap remediiasi miskonsepsi fisika, pemahaman konsep fisika, dan hasil belajar fisika.

Saran

Pembelajaran inovatif dalam implementasinya menuntut perubahan paradigma dalam pembelajaran. Perubahan paradigma tersebut juga harus disertai perubahan pikiran pemegang kebijakan pendidikan, para praktisi, dan para siswa dalam hal memaknai *learning to know*, *learning to do*, *learning to be*, dan *learning to live together*.

Model pembelajaran perubahan konseptual sebagai alternatif pembelajaran inovatif berpengaruh efektif terhadap proses dan hasil-hasil pembelajaran fisika. Oleh sebab itu, model tersebut dapat diacu sebagai salah satu cara untuk mendidik siswa berpikir kritis dan kreatif dalam menginternalisasi dan memahami fenomena-fenomena fisis di sekitarnya. Kemampuan berpikir kritis dan kreatif diperlukan dalam menghadapi hidup yang serba tidak pasti.

Pembelajaran inovatif yang difasilitasi dengan nuansa kolaborasi tersebut mengakomodasi kebutuhan siswa untuk berinteraksi secara kognitif, afektif, dan psikomotor dengan temannya di sekolah. Oleh sebab itu, pembelajaran kolaboratif perlu diimplementasikan sebagai latar pembelajaran sains untuk memahami makna *learning to live together*. Interaksi sosial dan kerja sama mutlak diperlukan oleh siswa untuk hidup dalam masyarakat.

DAFTAR RUJUKAN

- 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.
- Dole, J.A. & Sinatra, G.M. 1998. Reconceptualizing Change in the Cognitive Construction of Knowledge. *Educational Psychologist*, 33 (2/3): 109-128.
- Dunlap, J.C. & Grabinger, R.S. 1996. Rich Environments for Active Learning in the Higher Education Classroom. Dalam B.G. Wilson (Ed.). *Constructivist Learning Environment: Case Studies in Instructional Design* (hlm. 65-82). Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Gardner, H. 1999a. *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York: Basic Books.

- Gardner, H. 1999b. *The Discipline Mind: What All Students Should Understand*. New York: Simon & Schuster Inc.
- Gunstone, R.F., Gray, C.M.R. & Searley, P. 1992. Some Longterm Effects of Uninformed Conceptual Change. *Science Education*. 76 (2): 175-197.
- Guzzetti, B.J. & Hynd, C. 1998. *Perspective on Conceptual Change*. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hewson, P.W. & Thorley, N.R. 1989. The Condition of Conceptual Change in the Classroom. *International Journal of Science Education*. 11: 541-553.
- Hynd, C.R., Whorter, J.Y.V., Phares, V.L. & Suttles, C.W. 1994. The Rule of Instructional Variables in Conceptual Change in High School Physics Topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9): 933-946.
- Lewis, D.G. 1968. *Experimental Design in Education*. London: University of London Press Ltd.
- Lundgren, L. 1994. *Cooperative Learning in the Science Classroom*. New York: McGraw-Hill.
- Lynch, M.D., Harris, C.R. & Williams, E.N. 2001. Stimulating the Development of Talent for Creative Productivity in Children through the Use of Refutational Processes. Dalam M.D. Lynch & C.R. Harris (Eds.). *Fostering Creativity in Children, K-8, Theory and Practice* (hlm. 77-94). Boston: Allyn & Bacon.
- Puskur. 2002. *Kurikulum Berbasis Kompetensi dan Hasil Belajar Mata Pelajaran Sains*. Jakarta: Puskur, Balitbangdikbud, Depdiknas.
- Sadia, I W. 1995. *Konsepsi Siswa tentang Gaya dan Tekanan (Studi Kasus dalam Pandangan Konstruktivisme pada SMP Laboratorium STKIP Singaraja)*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: Pusat Penelitian dan Pengabdian pada masyarakat STKIP Negeri Singaraja.
- Sadia, I W. 1996. *Pengembangan Model Belajar Konstruktivis dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama: Suatu Studi Eksperimental dalam Pembelajaran Konsep Energi, Usaha, dan Suhu*. Diserasi tidak diterbitkan. Bandung: Program Pascasarjana IKIP Bandung.
- Sadia, I W., Tantra, D.K., Wirta, I M., Subagia, I W. & Arnyana, I B.P. 2000. *Pengembangan Buku Ajar IPA Pendidikan Dasar Berwawasan Sains-Teknologi-Masyarakat (Studi Pembelajaran IPA Menuju Siswa yang Literasi Sains dan Teknologi)*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat STKIP Negeri Singaraja.
- Samani, M. 1996. *Memperkenalkan Keterampilan Kooperatif*. Makalah disampaikan dalam Penyegaran dan Pelatihan Penelitian bagi Guru-guru Pembina KIR SMU di IKIP Surabaya, 26 Agustus-7 September.
- Santyasa, I W., Suwindra, I N.P. & Tika, I K. 1998. *Pengembangan Rancangan Pembelajaran dan Lembaran Kerja Siswa IPA Berwawasan Sains-Teknologi-Masyarakat dan Implementasinya dalam Proses Belajar Mengajar di Sekolah Dasar*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat STKIP Negeri Singaraja.

- Santayasa, I W., Wirta, I M., Sudiarmika, A.A.R. 2001. *Pengembangan Model Pembelajaran Kooperatif Bermodul sebagai Upaya Mengubah Miskonsepsi dan Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Jurusan Pendidikan MIPA di LPTK*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat STKIP Negeri STKIP Singaraja.
- Schommer, M. 1993. Epistemological Development and Academic Performance among Secondary Students. *Journal of Educational Psychology*, 85 (3): 406-411.
- Schunk, D. H. 1999. Social-self Interaction and Achievement Behavior. *Educational Psychologist*, 34 (4): 219-227.
- Shute, V.J. 1996. Learning Processes and Learning Outcomes. Dalam E.D. Corte & F. Weinert (Eds.). *International Encyclopedia of Developmental and Instructional Psychology*. New York: Pergamon.
- Slavin, R.E. 1994. *Educational Psychology: Theory and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Slavin, R.E. 1995. *Cooperative Learning*. Boston: Allyn and Bacon.
- 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.
- Thijs, G.D. 1992. Evaluation of an Introductory Course on "Force" Considering Students' Preconceptions. *Science Education*. 76 (2): 155-174.
- Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., Hartley, R., Hennessy, S., Mohamed, R., O'Malley, C., O'Shea, T. & Scanlon, E. 1994. The Concept of Force and Motion of Students Aged between 10 and 15 Years: An Interview Study Designed to Guide Instruction. *International Journal of Science Education*. 16 (2): 215-229.
- Villani, A. 1992. Conceptual Change in Science and Science Education. *Science Education*. 76 (2): 223-237.
- Watson, S.B. 1991. Cooperative Learning and Group Educational Modul: Effects on Cognitive Achievement of High School Biology Students. *Journal of Research In Science Teaching*, 28 (2): 141-146.
- Willis, J. 2000. The Maturing of Constructivist Instruction Design: Some Basic Principles that Can Guide Practice. *Educational Technology*, 40 (1): 5-16.
- Young, M.F., Nastasi, B.K. & Braunhardt, L. 1996. *Implementing Jasper Immersion: A Case of Conceptual Change*. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Yulaelawaty, E. 2002. *Karakteristik Pembelajaran MIPA Berdasarkan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Makalah disajikan pada seminar pembelajaran MIPA di FPMIPA IKIP Negeri Singaraja, 21 Desember.