

Pengaruh Model *Problem Solving* dan *Scaffolding* Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas XI IPA

I Putu Tedy Indrayana, I Wayan Santyasa, Putu Artawan

Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Ganesha
Jalan Udayana Nomor 11, Singaraja – Bali
tedyindrayana@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pemahaman konsep (PK) antara kelompok siswa yang: 1) mengikuti model *Problem Solving* (MPS) dan Konvensional (MPK); 2) menggunakan *conceptual scaffolding* (CS) dan *metacognitive scaffolding* (MS); serta (3) menganalisis pengaruh interaksi antara model pembelajaran (MP) dan *scaffolding* (SF) terhadap pemahaman konsep. Penelitian ini berupa eksperimen semu dengan rancangan faktorial 2×2 pretest-posttest nonequivalent control group design. Data PK dikumpulkan menggunakan 20 butir tes PK dan dianalisis secara deskriptif serta dengan statistik ANAKOVA faktorial 2×2 . Pasangan skor rata-rata tiap kelompok dianalisis dengan uji LSD. Hasil penelitian mengungkap: (1) kelompok MPS-CS paling unggul dalam pencapaian PK; (2) terdapat perbedaan PK yang signifikan antara kelompok MPS dibandingkan MPK ($F = 73,192$; $p < 0,05$); (3) terdapat perbedaan PK yang signifikan antara kelompok menggunakan CS dibandingkan MS ($F = 6,543$; $p < 0,05$); (4) terdapat pengaruh interaksi antara MP dan SF terhadap PK siswa ($F = 4,795$; $p < 0,05$). Uji lanjut menunjukkan bahwa PK kelompok MPS-CS paling unggul.

Kata kunci: *Problem solving, scaffolding, pemahaman konsep*

Abstract – This research was aimed to analyze the conceptual understanding (PK) differences between students who: (1) apply the *Problem Solving* (MPS) and *Conventional* (MPK) model; (2) employ the *conceptual scaffolding* (CS) and *metacognitive scaffolding* (MS). The research also aimed to (3) analyzed the effect of interaction between learning model (MP) and *scaffolding* (SF) to conceptual understanding. Quasi-experimental model of factorial 2×2 pretest-posttest non-equivalent control group design was used. PK data were collected using 20 items of conceptual understanding test and analyzed descriptively then statistically using ANACOVA 2×2 factorial. The difference of averaged PK-score among groups were analyzed using the LSD test. The results show that: (1) the MPS-CS groups acquire the best conceptual understanding achievement; (2) there was a PK significant difference between the MPS and MPK group ($F = 73.192$; $p < 0.05$); (3) there was a PK significant difference between the CS and MS group ($F = 6.543$; $p < 0.05$); and (4) an effect of the interaction between MP and SF to the students' PK was exist ($F = 4.795$; $p < 0.05$). The LSD analysis showed that the students' PK who was employ the MPS-CS were the best.

Keywords: *Problem solving, scaffolding, conceptual understanding*

I. PENDAHULUAN

Tujuan utama pembelajaran fisika adalah melatih siswa untuk dapat menjadi *problem solver* yang berkompeten, dicirikan dengan pemahaman konsep yang mendalam. Pemahaman sangat penting untuk menjamin siswa mampu memecahkan permasalahan fisika secara signifikan. Pada realitanya, pemahaman konsep fisika bagi sebagian besar siswa masih rendah. Rendahnya pemahaman konsep fisika merupakan isu global pendidikan sains fisika yang telah sejak lama terjadi di beberapa negara, termasuk di Indonesia [1, 2, 3, 4].

Rendahnya pemahaman konsep siswa dapat dikarenakan proses pemecahan masalah yang tidak terstruktur [5]. Sekalipun guru telah menerapkan model pembelajaran inovatif, namun dalam implementasinya kurang diperhatikan proses konstruksi pemahaman yang dilakukan siswa melalui kegiatan pemecahan masalah. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat dipandang sebagai salah satu kunci dalam berbagai disiplin ilmu yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan ilmiahnya. Pemecahan masalah juga dapat menjadi metode alternatif untuk

menilai dan mengevaluasi pemahaman konsep siswa. Model pembelajaran *problem solving* memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam mempelajari, mencari, dan menemukan sendiri informasi untuk diolah menjadi konsep, prinsip, teori, atau kesimpulan. Hal ini senada dengan pendapat Bruner [6] bahwa siswa perlu diberikan kesempatan berperan sebagai pemecah masalah (*problem solver*) seperti yang dilakukan para ilmuwan, diharapkan siswa mampu memahami konsep dalam bahasa mereka sendiri.

Crulik dan Rudnik [7] mendefinisikan model *problem solving* sebagai model pembelajaran dimana siswa menggunakan pengetahuan, keterampilan penalaran, dan pemahaman konsep awalnya (*preconception*) untuk memenuhi kebutuhan pada situasi yang baru. Oleh karena itu, siswa harus mensintesis apa yang telah dipelajari dan menggunakannya pada situasi tersebut. Implementasi model *problem solving* akan dapat meningkatkan penalaran siswa untuk berpikir secara bebas dalam rangka menemukan dan memecahkan masalah yang ditemui guna menghasilkan pemahaman konsep yang benar-benar bermakna.

Problem solving sebagai alternatif pembelajaran inovatif telah memenuhi syarat sebagai model pembelajaran, yaitu memiliki lima unsur dasar [8]: 1) *syntax*, yaitu langkah-langkah operasional pembelajaran, 2) *sosial system* adalah suasana dan norma yang berlaku dalam pembelajaran, 3) *principle of reaction*, menggambarkan bagaimana seharusnya pengajar memandang, memperlakukan, dan merespon siswa, 4) *support system*, segala sarana, bahan, alat, atau lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran, dan 5) *instructional and nurturant effects*, hasil belajar yang diperoleh langsung berdasarkan tujuan yang disasar (*instructional effect*) dan hasil belajar di luar yang disasar (*nurturant effect*).

Implementasi model *problem solving* umumnya menghadirkan dua dilema pada siswa. **Pertama**, jika siswa dilatih dengan permasalahan fisika yang sifatnya *context-rich problem* atau *multiple contexts problem*, siswa masih tetap kurang optimal dalam pencapaian pemahaman konsepnya. **Kedua**, jika siswa dibelajarkan dengan permasalahan yang mudah (*well-defined problem*) maka siswa merasa sukses dengan cara pemahaman dan pemecahan masalah yang digunakan, sehingga tidak menantang motivasi belajarnya [9]. Padahal, dalam keseharian siswa dihadapkan pada permasalahan yang bersifat kompleks, sehingga tidak cukup hanya memiliki kemampuan dasar dengan berlatih memecahkan soal-soal di akhir bab (*end of chapter problems*). Dengan demikian, perlu adanya bantuan (*scaffolding*) yang diberikan kepada siswa dalam proses pemecahan masalah.

Pemberian *scaffolding* dapat menjadi pijakan, baik berupa pijakan konseptual maupun pijakan metakognitif. Hasil penelitian Ding *et al* [5] menunjukkan bahwa tingkat pemahaman siswa jauh lebih optimal dengan pemberian *scaffolding* dibandingkan secara langsung memberitahu konsep fisis (*direct cuing*) dalam permasalahan yang disajikan. Di sisi lain, terkadang siswa secara langsung diminta untuk memecahkan permasalahan fisis yang disajikan tanpa melalui suatu konstruksi konsep dasar sehingga siswa mudah bingung dan hanya berpedoman pada hafalan rumus fisika secara matematis.

Hannafin *et al* [10] mengidentifikasi empat tipe *scaffolding*, yaitu *conceptual scaffolding*, *metacognitive scaffolding*, *procedural scaffolding*, dan *strategic scaffolding*. Secara teoretik, dalam rangka pencapaian pemahaman konsep yang optimal, *conceptual scaffolding* sangat berperan untuk memberikan pijakan konseptual pada proses pembangkitan pemahaman konsep siswa melalui kegiatan pemecahan masalah. Selain itu, *metacognitive scaffolding* sangat berperan dalam proses regulasi aktivitas kognitif dan kontrol kognitif yang dilakukan siswa ketika proses pemecahan masalah.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pemahaman konsep (PK) antara kelompok siswa yang: 1) mengikuti model *Problem Solving* (MPS) dan Konvensional (MPK); 2) menggunakan *conceptual scaffolding* (CS) dan *metacognitive scaffolding* (MS); serta (3) menganalisis

pengaruh interaksi antara model pembelajaran (MP) dan *scaffolding* (SF) terhadap pemahaman konsep.

II. METODE PENELITIAN

A. Design Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *pretest-posttest nonequivalent control group design* versi faktorial 2×2 . Matrik desain penelitian disajikan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Desain eksperimen versi faktorial 2×2

MP SF	<i>Problem Solving</i> (MPS)	Konvensional (MPK)
<i>Conceptual Scaffolding</i> (CS)	MPS-CS (31)	MPK-CS (32)
<i>Metacognitive Scaffolding</i> (MS)	MPS-MS (34)	MPK-MS (30)

B. Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan terhadap siswa kelas XI IPA SMA Negeri 2 Semarang tahun ajaran 2012/2013, dengan jumlah anggota populasi yaitu 127 orang (57 laki-laki dan 70 perempuan). Sampel dipilih dengan teknik *simple random sampling* melalui undian. Kelas yang terpilih kemudian diundi untuk menentukan jenis perlakuan.

C. Variabel Penelitian

Variabel bebas berupa model pembelajaran (MP), yaitu terdiri dari dua dimensi, model *problem solving* (MPS) dan model konvensional sesuai Permen Nomor 41 Tahun 2007 (MPK), serta *scaffolding* (SF) yang terdiri dari *conceptual scaffolding* (CS) dan *metacognitive scaffolding* (MS). Variabel terikat berupa pemahaman konsep fisika (PK). Variabel kovariat yang dikontrol adalah skor hasil *pretest* yang mencerminkan pemahaman konsep awal siswa (PKA).

Dalam penelitian ini terdapat juga variabel-variabel ekstra yang perlu dikontrol, yaitu: 1) kemampuan intelektual, sikap, dan kesungguhan guru dalam melaksanakan pembelajaran, 2) waktu pembelajaran, dan 3) fasilitas pembelajaran diluar dari fasilitas yang telah dipersiapkan dalam penelitian ini. Variabel-variabel ekstra tersebut diasumsikan konstan, sehingga tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

D. Prosedur Penelitian

Sampel dalam penelitian ini dibagi kedalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen akan memperoleh perlakuan berupa model *problem solving* dan *scaffolding*. Kelompok kontrol akan mengikuti model pembelajaran konvensional dan memperoleh *scaffolding* (matrik tersaji seperti Tabel 1). Langkah pembelajaran dengan *problem solving* mengikuti model *problem solving* Rojas [11], yaitu: 1) memahami masalah, 2) menyajikan deskripsi kualitatif masalah, 3) merencanakan solusi pemecahan, 4) melaksanakan rencana pemecahan, 5) memverifikasi internal konsistensi dan hubungan antar persamaan yang digunakan, dan 6) mengevaluasi dan mengoreksi solusi.

Instrumen penelitian ini berupa LKS *problem solving* dan konvensional masing-masing dengan *conceptual scaffolding* dan *metacognitive scaffolding*, serta tes pemahaman konsep materi fluida statis dan dinamis. Tes ini berupa 20 butir soal pilihan ganda diperluas (*justified multiple-choice*) berdasarkan taksonomi Bloom hasil revisi Anderson dan Krathwohl [12]. Lord *et al* [13] menyatakan pilihan ganda diperluas memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyajikan justifikasinya terhadap pilihan jawaban yang dianggap benar, sehingga kebenaran konsep siswa dapat teridentifikasi secara ilmiah oleh korektor.

D. Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara deskriptif dan kovarian (ANAKOVA). Teknik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan skor rata-rata dan simpangan baku hasil tes pemahaman konsep awal dan tes pemahaman konsep setelah diberikan perlakuan. Pedoman penggolongan pemahaman konsep mengacu pada Penilaian Acuan Patokan (PAP).

ANAKOVA faktorial 2×2 digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel kovariat dan pemahaman konsep fisika. Perhitungan ANAKOVA menggunakan bantuan *SPSS-PC 17.0 for Windows*. Semua pengujian hipotesis dan uji asumsinya dilakukan pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Tindak lanjut hasil uji ANAKOVA adalah uji signifikansi perbedaan skor rata-rata pemahaman konsep antar kelompok dengan uji LSD [14].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil Uji Deskriptif

Hasil *pretest* seperti tersaji pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemahaman konsep awal kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol masih berada pada kualifikasi sangat rendah. Apabila ditinjau berdasarkan distribusi frekuensinya maka terlihat bahwa rata-rata PKA pada kelompok MPS-CS, MPS-MS, MPK-CS, dan MPK-MS adalah tidak berbeda secara signifikan.

Tabel 2. Nilai rerata dan standar deviasi *pretest* dan *posttest*

Kelompok	Mean		Stand. Dev	
	Pre	Post	Pre	Post
MPS-CS	30,38	52,72	6,62	7,77
MPS-MS	29,62	47,30	7,33	5,73
MPK-CS	30,06	40,77	5,81	5,57
MPK-MS	27,73	39,86	6,65	6,11
CS	30,22	46,65	6,18	9,00
MS	28,74	43,82	7,03	6,96
MPS	29,98	49,89	6,96	7,26
MPK	28,93	40,33	6,29	5,81

Berdasarkan model pembelajaran (MP), PKA kelompok MPS adalah sangat rendah dan tidak jauh berbeda dengan kelompok MPK. Sementara itu, berdasarkan hasil *posttest*, PK kelompok MPS lebih unggul dibandingkan kelompok MPK. PKA dari kelompok CS maupun MS adalah sangat rendah. Setelah mendapatkan perlakuan, PK kedua kelompok ini menjadi lebih baik, yakni berada pada kualifikasi rendah.

Walaupun demikian, secara statistik dapat dinyatakan bahwa PK kelompok CS lebih unggul dibandingkan kelompok MS.

Hasil Uji Statistik ANAKOVA

Uji statistik ANAKOVA diawali dengan uji asumsi normalitas, homogenitas data sampel per kelompok perlakuan, serta uji linearitas. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji normalitas data per kelompok

Unit Analisis	Kolmogorov-Smirnov			Keterangan	
	Statistic	df	Sig.		
Pre-test	MPS-CS	0,120	31	0,200*	Normal
	MPS-MS	0,092	34	0,200*	Normal
	MPK-CS	0,108	32	0,200*	Normal
	MPK-MS	0,089	30	0,200*	Normal
Post-test	MPS-CS	0,120	31	0,200*	Normal
	MPS-MS	0,092	34	0,200*	Normal
	MPK-CS	0,108	32	0,200*	Normal
	MPK-MS	0,089	30	0,200*	Normal

Nilai signifikansi pada keempat kelompok adalah $0,20 > 0,05$, dengan demikian sebaran data PKA dan PK adalah terdistribusi normal.

Dalam penelitian ini, uji homogenitas varian data PKA dan PK siswa dilakukan berdasarkan dua kategori data, yaitu MP dan SF. Nilai signifikansi *Lavene statistics* untuk *based on mean* baik pada hasil *pretest* maupun *posttest* pada kedua kategori kelompok $> 0,05$, sehingga varian data PKA dan PK siswa adalah homogen.

Hasil uji linearitas menunjukkan bahwa nilai *F Deviation from Linearity* = 1,595 dengan angka signifikansi $0,062 > 0,05$. Sementara itu, nilai *F linearity* = 7,593 dengan angka signifikansi $0,007 < 0,05$. Kesimpulannya adalah hubungan antara PKA siswa dan PK adalah linear dan berarti pada setiap kelompok perlakuan.

Hasil uji hipotesis dengan statistik ANAKOVA faktorial 2×2 dapat disajikan pada Tabel 4.

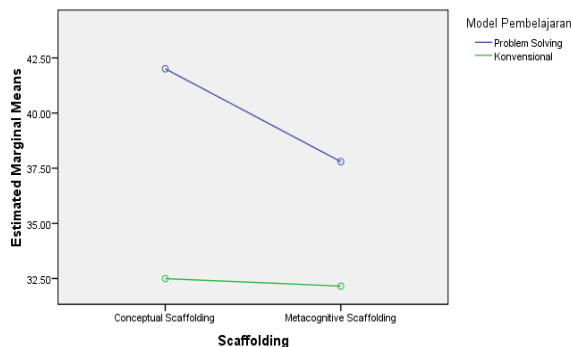
Tabel 4. Rekap hasil uji ANAKOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2322,249 ^a	4	580,562	23,526	0,000
Intercept	5805,786	1	5805,786	235,271	0,000
MP	1806,158	1	1806,158	73,192	0,000
SF	161,473	1	161,473	6,543	0,012
PKA	151,719	1	151,719	6,148	0,015
MP * SF	118,337	1	118,337	4,795	0,030
Error	3010,601	122	24,677		
Total	171368,000	127			
Corrected Total	5332,850	126			

Sumber pengaruh PKA terhadap PK siswa dinyatakan dengan nilai $F = 6,148$ dan angka signifikansi menunjukkan nilai $0,015 < 0,05$. Hasil ini menyatakan

bahwa perbedaan PKA yang dimiliki siswa akan berpengaruh secara signifikan terhadap PK yang dikonstruksi. Akan tetapi, pada penelitian ini PKA dikontrol secara statistik. Oleh karena itu, perbedaan PK yang dimiliki siswa memang murni sebagai dampak adanya perlakuan yang diberikan selama proses penelitian.

Sumber pengaruh MP, SF, dan interaksi MP*SF terhadap PK dapat dijelaskan sebagai berikut. **Pertama**, sumber pengaruh model pembelajaran (MP) terhadap pemahaman konsep (PK) dinyatakan dengan nilai $F = 73,192$ dan angka signifikansinya $p < 0,05$. Kesimpulannya, MP berpengaruh secara signifikan terhadap PK yang dikonstruksi oleh siswa. **Kedua**, sumber pengaruh *scaffolding* (SF) terhadap pemahaman konsep (PK) dinyatakan dengan nilai $F = 6,543$ dan angka signifikansinya $p < 0,05$. Oleh karena itu, jenis SF yang berbeda dalam proses pemecahan masalah berpengaruh signifikan terhadap PK. **Ketiga**, sumber pengaruh interaksi model pembelajaran dan *scaffolding* (MP*SF) terhadap pemahaman konsep (PK) dinyatakan dengan nilai $F = 4,795$ dan angka signifikansinya $p < 0,05$. Kesimpulannya, pengaruh interaksi MP dan SF terhadap PK adalah signifikan pada taraf signifikansi 0,05. Grafik bentuk interaksi MP*SF dapat disajikan seperti Gambar 1.



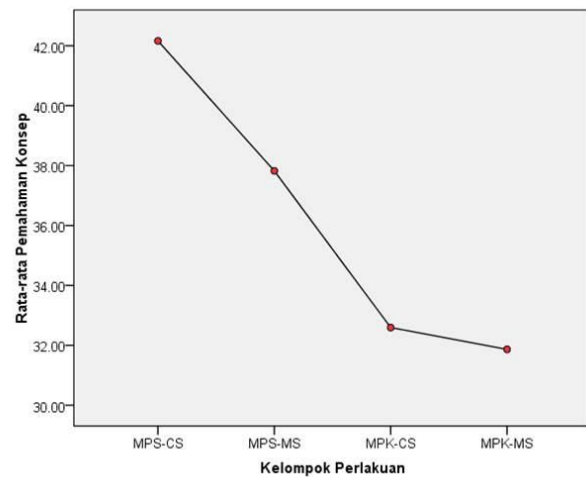
Gambar 1. Bentuk interaksi MP*SF terhadap PK

Berdasarkan Gambar 1, dapat diperhatikan bahwa menurut tinjauan MP, kelompok MPS memiliki PK yang lebih tinggi dibandingkan MPK, baik dengan *conceptual scaffolding* (CS) dan *metacognitive scaffolding* (MS). Kelompok MPS-CS memiliki skor rata-rata PK tertinggi dibandingkan ketiga kelompok lainnya. Sementara itu, kelompok MPK-MS memiliki skor rata-rata PK terendah.

Tabel 5. Rekapitan hasil uji LSD

Mean Difference	n_i	n_j	$N-a$	$t_{(a/2)(N-a)}$	LSD
MPS-CS (i) - MPS-MS (j)	31	34	63	1,99902	3,488
MPS-CS (i) - MPK-CS (j)	31	32	61	1,99967	3,540
MPS-CS (i) - MPK-MS (j)	31	30	59	2,00100	3,600
MPS-MS (i) - MPK-CS (j)	34	32	64	1,99869	3,458
MPS-MS (i) - MPK-MS (j)	34	30	62	1,99934	3,518
MPK-CS (i) - MKS-MS (j)	32	30	60	2,00000	3,571

Hasil uji LSD pada Tabel 5 dapat dijelaskan bahwa skor rata-rata PK kelompok MPS-CS paling unggul diantara keempat kelompok perlakuan. Kelompok MPS-MS memiliki rata-rata skor PK lebih kecil dibandingkan kelompok MPS-CS tetapi lebih besar dibandingkan kelompok MPK-CS maupun MPK-MS. Kelompok MPK-CS memiliki rata-rata skor PK relatif lebih besar dibandingkan kelompok MPK-MS. Grafik perbedaan skor rata-rata PK masing-masing kelompok perlakuan dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skor rata-rata PK untuk setiap kelompok

B. Pembahasan

MPS versus MPK dalam Pencapaian PK

Hasil-hasil penelitian ini selajannya dengan hasil penelitian Gok dan Silay [15]. Beberapa alasan dapat dikemukakan sebagai justifikasi hasil penelitian ini. **Pertama**, model pembelajaran *problem solving* berpayung pada filosofi konstruktivis. Model pembelajaran *problem solving* memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam mempelajari, mencari, dan menemukan sendiri informasi untuk diolah menjadi konsep, prinsip, teori, atau kesimpulan. Model *problem solving* lebih mengutamakan pada keterampilan dan aktivitas berpikir untuk pemecahan masalah, pengembangan konsep, serta mengkonstruksi solusi atas permasalahan-permasalahan yang dihadapi siswa. Dalam proses pembelajaran, siswa dituntut secara mandiri dapat melakukan penalaran melalui seleksi dan organisasi pemahaman yang telah dimiliki. Siswa akan mengalami proses regulasi dalam menghadapi konflik kognitif atas pemahaman baru yang dikonstruksinya melalui aktivitas pemecahan masalah. Oleh karena itu, implementasi model pembelajaran *problem solving* akan dapat meningkatkan penalaran untuk berpikir secara bebas guna menghasilkan pengetahuan yang benar-benar bermakna.

Berbeda halnya dengan model *problem solving*, model pembelajaran konvensional sesuai Permendiknas Nomor 41 Tahun 2007 dalam praktiknya tidak terimplementasi secara tepat sesuai tujuan ideal pembelajaran sehingga pembelajaran di kelas justru berpusat pada guru sebagai sumber belajar. Pesan pembelajaran fisika dalam konteks ini lebih mengutamakan informasi konsep dan prinsip,

latihan soal-soal, dan tes, sehingga siswa kurang optimal diberdayakan dalam kegiatan-kegiatan kreatif yang menuntut proses berpikir untuk pencapaian pemahaman konsep yang maksimal. Penekanan aktivitas belajar lebih banyak pada buku teks dan kemampuan mengungkapkan kembali isi buku teks tersebut. Oleh karena itu, siswa yang mengikuti model pembelajaran konvensional tidak dapat secara mandiri untuk memahami masalah dan mengkonstruksi makna yang terdapat dalam masalah yang dihadapi, sehingga aspek pemahaman konsepnya lebih rendah. Dimensi-dimensi pemahaman konsep siswa kurang dioptimalisasi pada setiap tahapan pembelajaran yang dilalui.

Selain alasan tersebut, sejalan dengan pernyataan Lester [16] bahwa proses pemecahan masalah melibatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking*), meliputi: pemahaman, visualisasi, abstraksi, manipulasi, penalaran, analisis, sintesis, dan generalisasi. Siswa dapat mengaplikasikan keterampilan berpikir ini dalam bentuk pemahaman matematis dalam pemecahan masalah, sehingga melebihi prosedur pemecahan masalah pada umumnya [11]. Siswa harus mampu memberdayakan beberapa komponen pengetahuannya, yaitu: pengetahuan faktual (*declarative*), penalaran (*procedural*), dan regulasi (*metacognitive*) [16]. Semua aspek pengetahuan ini diaktifkan untuk menginternalisasi makna dan konsep yang terimplikasi dalam masalah yang dihadapi. Dengan kata lain, siswa yang terlibat dalam kegiatan *problem solving* akan membelajarkan diri sebagai *expert problem solver*. Karakteristik inilah sebagai pembeda pemahaman konsep antara siswa yang belajar dengan *model problem solving* dengan konvensional.

Kedua, dalam pembelajaran konvensional, para siswa dihadapkan pada model *well-defined problems*, seperti halnya soal-soal yang disajikan di akhir bab (*end of chapter exercises*). Model permasalahan tipe ini mengkolaborasi sedikit konsep dan aplikasi algoritma sehingga kurang memberi tantangan kepada siswa. Sebaliknya, model *problem solving* menghadapkan siswa pada masalah yang *context-rich problems*. Pertimbangan ini didasarkan pada saran Loucks [17], yaitu menggunakan model permasalahan yang mampu mengakomodasi lebih dari satu konsep, termasuk konsep yang telah pernah dipelajari siswa sebelumnya. Permasalahan tersebut selain bersifat kontekstual juga mencakup berbagai konsep dan prinsip yang kompleks. Oleh karena itu, dalam pemecahannya memerlukan pemahaman konsep yang komprehensif terhadap materi yang terkait.

Lebih lanjut perlu diperhatikan, mengapa nilai dan skor pemahaman konsep siswa yang telah mengikuti model *problem solving* masih berada pada kualifikasi rendah. **Pertama**, kebiasaan belajar para siswa yang selalu dijelaskan dan diberi ceramah oleh guru sangat sulit untuk diminimalisir. Siswa belum mampu secara signifikan memberdayakan potensinya untuk membangun kesadaran diri dalam belajar. Kondisi ini turut diperkuat oleh faktor motivasi belajar siswa. Selama ini, siswa masih terjangkiti dengan stigma bahwa fisika itu menyusahakan, sehingga motivasi belajarnya masih rendah. **Kedua**, siswa tidak terbiasa melakukan

pemecahan masalah dengan model LKS *problem solving* seperti yang diimplementasikan dalam penelitian ini. Pada umumnya, proses pengerjaan LKS yang diterapkan guru di sekolah tidak mengintegrasikan wacana dan/atau fenomena lingkungan yang ada hubungannya dengan topik bahasan. Oleh karena itu, siswa mengalami kelabakan dan kebingungan ketika dihadapkan dengan wacana-wacana fisika yang menuntut keterampilannya dalam menganalisis dan menginternalisasi konsep-konsep fisis yang terimplikasi di dalamnya.

Conceptual versus Metacognitive Scaffolding dalam Pencapaian PK

Hasil penelitian ini telah berhasil mengungkap bahwa pemahaman konsep siswa yang difasilitasi dengan *conceptual scaffolding* jauh lebih unggul dibandingkan *metacognitive scaffolding* dalam proses pemecahan masalah. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Ding *et al* [5], Gaigher *et al* [18], Way dan Rowe [19], serta Su dan Klein [20]. Beberapa alasan dapat dikemukakan sebagai justifikasi keunggulan *conceptual scaffolding* dibandingkan *metacognitive scaffolding* dalam konteks penelitian ini. **Pertama**, secara teoretik bahwa *conceptual scaffolding* merupakan jembatan konsep (*bridging concept*) yang berperan untuk membantu siswa dalam membuat asosiasi antar konsep-konsep relevan yang dipelajari. Asosiasi antar beberapa konsep dapat dilakukan dengan memahami konsep fisis secara satu per satu yang selanjutnya menganalisis hubungan antar konsep tersebut.

Kedua, *Conceptual scaffolding* memberikan alur kepada siswa untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Itu berarti bahwa proses kognitif siswa akan terkontrol serta terorganisir untuk menemukan konsep-konsep dasar terlebih dahulu, kemudian menganalisis hubungan antar konsep dasar tersebut menjadi sebuah kesatuan konsep yang kompleks. Mc Kenzie [15] menyatakan bahwa *conceptual scaffolding*: 1) dapat memberikan arah pemahaman yang jelas dan tidak membingungkan pemikiran siswa, 2) membantu siswa untuk lebih mudah memahami konteks permasalahan *context-rich problems*, 3) tetap memfokuskan perhatian siswa pada konsep dasar yang dipelajari, dan 4) mereduksi kekeliruan konsep yang terjadi akibat pemecahan masalah yang terstruktur melalui konsep-konsep dasar yang relevan. Kesimpulannya adalah *conceptual scaffolding* dapat memberi arah dan struktur pola pemecahan masalah yang dilakukan siswa, sehingga siswa tetap memfokuskan pemahaman pada konsep-konsep dasar fisis yang mesti dimilikinya terlebih dahulu untuk memecahkan *context-rich problems*. Pemahaman konsep siswa akan lebih kuat karena dibangun dengan pondasi pemahaman konsep dasar yang kuat. Siswa hanya perlu berfokus terhadap bagaimana bentuk asosiasi antara keseluruhan konsep yang ditemukan dalam *conceptual scaffolding*.

Berbeda dengan *conceptual scaffolding*, *metacognitive scaffolding* lebih berperan dalam hal memantau atau mengontrol proses-proses kognitif yang dilakukan siswa, sehingga siswa dapat menyadari dan melakukan evaluasi secara mandiri terkait dengan proses kognitif yang dilakukannya. *Metacognitive scaffolding* pada

dasarnya juga dapat membantu siswa untuk mengembangkan pemahamannya terhadap konsep fisis yang dipelajari, namun kurang optimal jika pemahaman konsep awalnya masih sangat rendah untuk membangun pemahaman konsep baru. *Metacognitive scaffolding* secara langsung memberikan struktur kepada siswa dalam pemecahan masalah melalui butir-butir pertanyaan metakognitif, sehingga kurang memfasilitasi siswa dengan pondasi konsep dasar yang diperlukan. *Metacognitive scaffolding* akan bagus perannya jika diimplementasikan untuk siswa yang memiliki pemahaman konsep awal sudah cukup tinggi.

Interaksi antara Model Pembelajaran dan Scaffolding terhadap Pencapaian PK

Implementasi model *problem solving* dan *conceptual scaffolding* (MPS-CS) ternyata berperan signifikan untuk memfokuskan pemikiran siswa terhadap masalah dan konsep yang sedang dipahami. Keberadaan *conceptual scaffolding* berperan penting untuk meningkatkan kemampuan siswa guna merepresentasi model konsep yang tersaji pada permasalahan. Siswa juga melakukan proses kognitif untuk merangkum konsep-konsep dasar yang terimplikasi dalam butir-butir *conceptual scaffolding* untuk dibandingkan dan disusun sebagai solusi pemecahan masalah. Berdasarkan keenam langkah *problem solving*, siswa menyajikan deskripsi kualitatif dan “menjelaskan” makna fisis yang terdapat pada solusi yang ditawarkan. Terakhir, siswa melakukan proses evaluasi terhadap kesesuaian dan signifikan solusi yang ditawarkan. Dengan demikian, serangkaian proses ini mencerminkan konsistensinya dalam peningkatan pemahaman konsep siswa secara optimal.

Kombinasi kedua adalah model *problem solving* dengan *metacognitive scaffolding* (MPS-MS). Proses *problem solving* erat kaitannya dengan pengaturan kemampuan metakognitif. Hasil penelitian oleh Schoenfeld [21] mengungkapkan bahwa kemampuan metakognitif sangat penting selama proses pemecahan masalah. Kemampuan metakognitif berperan dalam melakukan kontrol dan regulasi strategi kognitif yang dilakukan siswa untuk memahami dan memecahkan suatu masalah. Oleh karena itu, secara ideal siswa yang memiliki keterampilan metakognitif yang tinggi akan sukses dalam melakukan pemecahan masalah, terlebih lagi diberikan *metacognitive scaffolding*.

Pada penelitian ini, pemahaman konsep awal kelompok MPS-MS masih sangat rendah, oleh karena itu keberadaan *metacognitive scaffolding* justru menjadi kurang optimal perannya dalam memberdayakan kemampuan kognitif siswa untuk menginternalisasi masalah dan memahami konsep yang terimplikasi dalam masalah. Dimensi pemahaman konsep siswa juga tidak berkembang secara optimal, sehingga berakibat pada kurang optimalnya pemahaman konsep yang dikonstruksi (lebih rendah dibandingkan kelompok MPS-CS).

Di pihak lain, kelompok siswa yang mendapatkan perlakuan model pembelajaran konvensional dengan *conceptual scaffolding* (MPK-CS) dan *metacognitive scaffolding* (MPK-MS) tidak memiliki perbedaan pemahaman konsep secara signifikan. Hal ini

dikarenakan dalam pembelajaran konvensional, pembelajaran lebih banyak berpusat pada guru (*teacher centered*), sehingga keberadaan *scaffolding* menjadi tidak signifikan bagi siswa. Di samping itu, jenis masalah yang dipecahkan dan dilatihkan kepada siswa masih bersifat *well-defined problems*, akibatnya siswa tidak lagi memerlukan *scaffolding* untuk pemecahannya.

Implikasi yang dapat dipetik dari hasil temuan penelitian ini adalah model pembelajaran *problem solving* yang dipadu dengan *scaffolding* tepat diacu sebagai bentuk pembelajaran inovatif untuk diimplementasikan dalam rangka mengoptimalkan pemahaman konsep fisika siswa. Dalam proses implementasinya perlu diperhatikan dua pertanyaan penting, yaitu: 1) apa yang telah dipelajari oleh siswa? dan 2) bagaimana siswa belajar? Mengacu pada landasan konstruktivis, pertanyaan pertama bermakna bahwa dalam implementasi model *problem solving* sangat penting untuk memperhatikan pemahaman konsep awal yang dimiliki siswa sebagai pondasi untuk membangun pemahaman konsep baru berdasarkan proses asimilasi dan akomodasi yang dialami. Sementara itu, pertanyaan kedua berkaitan langsung dengan tujuan pembelajaran, artinya memahami proses pembelajaran yang dilakukan siswa berhubungan dengan langkah-langkah pembelajaran dan jenis *scaffolding* yang diberikan. Penting bagi guru untuk memahami pola perkembangan belajar siswa menyangkut pemberian berbagai perlakuan pembelajaran, seperti *scaffolding* yang berorientasi pada tujuan-tujuan dan pencapaian kompetensi pembelajaran. Oleh karena itu, pemahaman yang tepat terhadap tujuan pembelajaran akan berdampak pada desain belajar siswa dengan memberdayakan *scaffolding* yang disajikan untuk mengoptimalkan pemahaman konsepnya.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah 1) terdapat pengaruh model pembelajaran (*problem solving* dan konvensional) terhadap pencapaian pemahaman konsep siswa; 2) terdapat pengaruh jenis *scaffolding* (*conceptual* dan *metacognitive*) terhadap pencapaian pemahaman konsep siswa; dan 3) terdapat pengaruh interaksi antara variabel model pembelajaran dan *scaffolding* terhadap pencapaian pemahaman konsep siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. I Wayan Suastra, M.Pd., dan Drs. I Made Wirta, M.Pd., yang telah berkenan memberikan masukan dan koreksi pelaksanaan penelitian ini. Penulis sampaikan terima kasih kepada Drs. I Gusti Lanang Made Pudji, M.Pd., I Ketut Susila Widiarsana, S.Pd., M.Pd., serta Wayan Bayu Adipura, S.Pd., M.Pd., atas saran dan kesempatan untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 2 Semarapura, Bali.

PUSTAKA

- [1] Kahssay, G and Tebatal, A., The effects of student-centered approach in improving students' graphical interpretation skills and conceptual understanding of kinematical motion, *Latin American Journal of Physics Education*, vol. 5, no. 2, 2011, pp. 374 – 381.

- [2] Johnson, N., Teacher's and student's perceptions of problem solving difficulties in physics, *International Multidisciplinary E-Journal*, vol.1, no.5, 2012, pp. 97–101.
- [3] Panprueksa, K., Phonpok, N., Boonprakob, M., and Dahsah, C., Thai student's conceptual understanding on force and motion, *International Conference on Education and Management Innovation*, vol. 30. 2012, pp. 275-279.
- [4] Saleh, S., The level of B.Sc.Ed. students's conceptual understanding of Newtonian physics, *International Journal of Academic Research in Business and Sosial Science*, vol. 1, no. 3, 2011, pp. 249-256.
- [5] Ding, L., Reay, N., Lee, A., and Bao, L., Exploring the role of conceptual scaffolding in solving synthesis problems, *Physics Education Research*, vol.7, no.2, 2011, pp. 1-11.
- [6] Winataputra, *Teori belajar dan pembelajaran*, Universitas Terbuka, 2007.
- [7] Carson, J., A problem with problem solving: Teaching thinking without teaching Knowledge, *The Mathematics Educator 2007*, vol. 17, no. 2, 2007, pp. 7–14.
- [8] Santyasa, I W., *Pembelajaran inovatif*, Universitas Pendidikan Ganesha, 2012.
- [9] Heller, P. and Hollabaugh, M., Teaching problem solving through cooperative grouping: part-2 designing problem and structuring groups, *American Journal of Physics*, vol. 60, no. 1, 1991, pp. 637 – 644.
- [10] Jo-An, Y., Scaffolding wiki-based, ill-structured problem solving in an online environment, *Journal of Online Learning and Teaching*, vol. 6, no. 4, 2010, pp. 723 – 734.
- [11] Rojas, S., On the teaching and learning of physics problem solving, *Revista Mexicana De Fisica*, vol. 56, no. 1, 2010, pp. 22 – 28.
- [12] Anderson, O. W and Krathwohl, D., *Taxonomy for learning, teaching, and assessing*, Addison Wesley Longman, Inc., 2001.
- [13] Lord, T. R., Franc, D. P., and Crew, L. W., *College science teaching: Guide to assessment*, NSTA Press, 2009.
- [14] Montgomery, D. C., *Design and analysis of experiment*. Second edition, John Wiley & Sons, 1984.
- [15] Stuyf, V. D., *Scaffolding as a teaching strategy. Adolescent Learning and Development*, vol. 0500A, 2002.
- [16] Portoles, J. J. S and Lopez, V. S., Representation in problem solving in science: directions for practice, *Article Asian-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, vol. 8, no. 2, 2007, pp. 1 – 17.
- [17] Gok, T and Silay, I., The effect of problem solving strategies on student's achievement, attitude, and motivation, *Latin American Journal of Physics Education*, vol. 4, no. 1, 2010, pp. 7 – 21.
- [18] Geiger, G., Rogan, J. M., and Braun, M. W., Exploring the development of conceptual understanding through structured problem solving in physics, *Scientific Paper*. University of Pretoria South Africa, 2007.
- [19] Way, J and Rowe, L., The role of scaffolding in the design of multimedia learning objects, *Research oriented paper*, The Learning Federation, 2013.
- [20] Su, Y and Klein, J., Using scaffolds in problem-based hypermedia, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 19, no. 3, 2010, pp. 327-347.
- [21] Gok, T, The general assessment of problem solving processes and metacognition in physics education, *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, vol. 2, no. 2, 2010, pp. 110 – 122.