



KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA PADA *MODELING INSTRUCTION* PADA SISWA SMA KELAS XI

E. Sujarwanto*, A. Hidayat, Wartono

Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Indonesia

Diterima: Januari 2014. Disetujui: Februari 2014. Dipublikasikan: April 2014

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah fisika siswa dalam *modeling instruction*. Penelitian ini menggunakan *mixed method desain embedded experimental model*. Hasil penelitian menunjukkan *modeling instruction* meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini karena *modeling instruction* menekankan pada pembangunan pemahaman konsep melalui pemodelan yang ditunjukkan dengan diagram, grafik, dan gambar sebelum siswa menyajikan dalam representasi matematis. *Modeling instruction* memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan dan pemecahan masalah melalui kegiatan yang ilmiah. Kemampuan pemecahan masalah fisika siswa lebih baik setelah belajar dengan *modeling instruction*. Perkembangan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa setelah belajar dengan *modeling instruction* ditunjukkan dengan perkembangan yang lebih baik dalam mengenali masalah berdasarkan konsep, membuat representasi dari masalah, dan evaluasi terhadap solusi dan konsep yang digunakan. Kegiatan *modeling instruction* yaitu seperti meminta siswa memberikan penjelasan konseptual terhadap pendapat dan jawaban secara lisan atau tulis dan pemberian masalah untuk dikelompokkan berdasarkan konsep mampu memberikan alternatif lain dalam penilaian dari hanya sekedar *paper and pencil test*.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the students' problem-solving ability in modeling the physics instruction. This study used a mixed method design of embedded experimental models. The results showed a modeling instruction improves problem-solving ability than conventional learning physics. This is because the modeling instruction emphasizes the development of conceptual understanding through modeling that indicated by diagrams, graphs, and images before the student presents the mathematical representation. Modeling instruction facilitates students in constructing knowledge and solving problems through scientific activities. Physics students' problem solving skills through learning by modeling instruction. The development of problem-solving ability of students after studying physics at modeling the instruction indicated by the development of better identify problems based on the concept, making the representation of the problem, and the evaluation of the solutions and concepts used. Activity modeling instruction is like asking students to give a conceptual explanation of the opinions and answer orally or in writing and giving problems to be grouped based on the concept able to provide another alternative in the assessment of just a paper and pencil test.

© 2014 Prodi Pendidikan IPA FMIPA UNNES Semarang

Keywords: Physics Problem Solving Ability; Modeling Instruction

PENDAHULUAN

Siswa tidak hanya diharapkan untuk men-

uasai konsep tapi juga menerapkan konsep yang telah mereka pahami dalam penyelesaian masalah fisika. Namun, pembelajaran dalam kelas cenderung menekankan pada penguasaan konsep dan mengesampingkan kemampuan pemeca-

*Alamat korespondensi:
E-mail: eduipajournal@gmail.com

han masalah fisika siswa (Hoellwarth dkk, 2005). Siswa mengalami kesulitan ketika berhadapan dengan permasalahan yang kompleks. Siswa mampu menyelesaikan permasalahan kuantitatif sederhana namun kurang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks (Redish, 2005). Siswa mengalami kesulitan karena strategi yang diajarkan dalam pembelajaran hanya untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan perhitungan matematis semata (Ogilvie, 2009). Padahal, salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah menciptakan manusia yang dapat memecahkan masalah kompleks dengan cara menerapkan pengetahuan dan pemahaman mereka pada situasi sehari-hari (Walsh dkk, 2007).

Pembelajaran fisika yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah sebaiknya berdasarkan teori konstruktivistik. Menurut teori konstruktivistik, pengetahuan tidak disampaikan begitu saja dari guru ke siswa namun perlu dikonstruksi oleh siswa. Siswa mengkonstruksi pengetahuan dengan bantuan guru dan siswa sudah memiliki pengetahuan awal saat sedang belajar. Siswa kebanyakan menggunakan level konsep dasar yang telah diperoleh sebelumnya (McBride dkk, 2010). Pembelajaran fisika yang konstruktivistik diharapkan membuat siswa terlibat aktif serta menjadi pusat kegiatan belajar dan pembelajaran dengan bantuan dari guru. Siswa dalam pembelajaran yang konstruktivistik mencoba memahami pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah ada melalui kegiatan mental aktif (Redish, 2004). Siswa mengenali, menyusun, mengembangkan kembali, dan mengubah pengetahuan awal melalui interaksi antara lingkungan, kegiatan kelas dan pengalaman, serta interaksi dengan siswa lain. Pembelajaran yang demikian diharapkan dapat mencapai tujuan pembelajaran fisika.

Kurikulum 2013 dirancang untuk mengembangkan kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan secara terpadu (Bahan Uji Publik Kurikulum 2013). Data TIMSS (2011) menunjukkan kualitas siswa Indonesia mengalami penurunan dari 2007 ke tahun 2011. Data tersebut menunjukkan siswa Indonesia berada pada kemampuan menghafal. Walau data TIMSS adalah tingkat SMP, namun tingkat SMP adalah landasan pada tingkat SMA. Dengan latar belakang tersebut maka dirancang Kurikulum 2013. Walaupun telah ada perubahan proses pembelajaran *teacher centered* menjadi *student centered*, namun kondisi saat ini masih menunjukkan proses pembelajaran berpusat pada. Selain itu, pembelajaran yang masih berorientasi pada buku teks yang ak-

hirnya pembelajaran akan menekankan pada materi saja. Keadaan semacam ini mengakibatkan siswa menjadi fokus hanya pada aspek kognitif dan mengesampingkan aspek psikomotor dan afektif. Pembelajaran fisika yang hanya menekan pada aspek kognitif akan mereduksi hakikat fisika sebagai proses, produk, dan sikap. Pembelajaran yang menekankan proses *teacher centered*, belum kontekstual, berorientasi hanya pada materi menjadikan siswa memiliki kemampuan tinggi pada aspek kognitif rendah dan lemah pada kemampuan kognitif tinggi dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah kemampuan pemecahan masalah (Presseisen, 1985).

Salah satu model pembelajaran konstruktivistik yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah adalah *Modeling Instruction*. *Modeling Instruction* merupakan pembelajaran yang melibatkan siswa untuk mengkonstruksi model fisika dalam pembelajaran. Model fisika digunakan dalam pemecahan masalah fisika berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa. Siswa melakukan konstruksi pengetahuan melalui kegiatan ilmiah yang meliputi konstruksi model fisika, mengecek kebenaran model, dan melakukan revisi. Siswa memecahkan masalah fisika dengan menggunakan model fisika yang telah dikonstruksi. *Modeling Instruction* dilaksanakan melalui dua tahap yaitu *model development* dan *model deployment*. Secara garis besar, siswa membangun model pada tahap *model development* melalui kegiatan praktikum dan diskusi selanjutnya menerapkan model yang diperoleh untuk menyelesaikan masalah dalam *model deployment*.

Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui kemampuan pemecahan masalah fisika yang belajar dengan *modeling instruction*, 2) mengetahui perbedaan kemampuan pemecahan masalah fisika antara sebelum siswa belajar dengan *Modeling Instruction* dengan setelah siswa belajar dengan *Modeling Instruction*, dan 3) mengetahui perbedaan kemampuan pemecahan masalah fisika antara siswa yang belajar dengan *Modeling Instruction* dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional.

Modeling Instruction

Penerapan pengetahuan pada situasi nyata memerlukan pemahaman mengenai fenomena di kehidupan nyata. Pemahaman dapat dilakukan dengan cara melakukan pemodelan terhadap fenomena (Etkina dkk., 2005). Model dapat digunakan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fenomena yang ada. Model-model tentang feno-

mena fisika dapat digunakan untuk membantu pemecahan masalah fisika (Jackson dkk. 2008; Malone, 2007). Ada beberapa pendapat mengenai model dalam pendidikan fisika. Hestenes (1987) mendefinisikan model sebagai objek pengganti berupa representasi konseptual dari objek nyata. Hestenes juga berpendapat bahwa model fisika berupa model matematis. Etkina dkk. (2005) berpendapat sebuah model adalah sebuah versi sederhana dari suatu objek atau proses yang sedang dipelajari. Menurut Etkina dkk. (2005) serta Malone (2007), model dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram, grafik, verbal, atau matematis. Pendapat-pendapat tersebut dapat disarikan bahwa model adalah objek yang disederhanakan berupa representasi konseptual untuk menggantikan objek nyata dan dapat diwujudkan dalam bentuk diagram, grafik, verbal, atau matematis. Model dapat digunakan untuk membantu siswa dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini karena model dapat digunakan untuk mendeskripsikan, menjelaskan dan memprediksikan fenomena baru (Etkina dkk, 2005). Model juga dapat digunakan untuk membantu dalam proses pemecahan masalah (Malone, 2007). Pembelajaran yang mengakomodasi model fisika dalam pembelajaran adalah *Modeling Instruction*.

Modeling Instruction merupakan pembelajaran yang melibatkan siswa untuk mengkonstruksi model konsep fisika dalam pembelajaran dan menggunakan dalam pemecahan masalah berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa. *Modeling Instruction* merupakan pembelajaran berpusat pada siswa yang juga untuk meningkatkan keaktifan siswa (Jackson dkk., 2008). Pusat belajar siswa dalam *Modeling Instruction* adalah konstruksi dan aplikasi model konseptual fisika (Hestenes, 1987; Brew, 2009). Penggunaan *Modeling Instruction* dapat membantu guru untuk membangun kemampuan berpikir siswa dan mengajak siswa untuk menyelesaikan masalah fisika dengan menggunakan model fisika. Siswa SMA yang menggunakan *modeling instruction* dapat memahami konsep fisika dan memecahkan masalah fisika lebih baik daripada siswa *nonmodeling* (Malone, 2007; 2008; Wells dkk., 1995). Penelitian *modeling instruction* pada tingkat pendidikan tinggi menunjukkan *modeling instruction* memberikan pengaruh lebih baik pada pemahaman konsep dari pada pembelajaran *nonmodeling* (Brew dkk., 2010).

Modeling Instruction memiliki dua tahap pelaksanaan yaitu *model development* dan *model deployment* (Jackson dkk., 2008). Dalam tahap *model development*, siswa memperoleh data untuk membuat sebuah model tentang fenomena fisis melalui

praktikum. Data digunakan untuk menghasilkan representasi dari model berupa verbal, diagram, grafik, atau matematis. Siswa menampilkan dan menjelaskan representasi model dan mendiskusikan melalui diskusi kelas. Setelah setiap kelompok menampilkan hasilnya, guru memberikan penjelasan lebih lanjut tentang konsep yang sedang dipelajari. Pada tahap *model deployment*, siswa memperkuat konsep dan model yang didapat pada tahap *model development*. Pada tahap *model deployment*, siswa menggunakan model yang telah dibuat dalam pemecahan masalah fisika.

Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika

Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan seseorang untuk menemukan solusi melalui suatu proses yang melibatkan pemerolehan dan pengorganisasian informasi. Pemecahan masalah melibatkan pencarian cara yang layak untuk mencapai tujuan (Santrock, 2011). Menurut Chi dan Glaser (1985), kemampuan pemecahan masalah merupakan aktivitas kognitif kompleks yang di dalamnya termasuk mendapatkan informasi dan mengorganisasikan dalam bentuk struktur pengetahuan. Pada bidang fisika, pemecahan masalah fisika berkenaan dengan konsep fisika. Faktor yang mempengaruhi pemecahan masalah fisika adalah struktur pengetahuan yang dimiliki siswa yang memecahkan masalah dan karakter permasalahan (Chi & Glaser, 1985). Karakter permasalahan di antaranya ditunjukkan oleh format representasi soal yang disajikan (Chi & Glaser, 1985; De Cock, 2012). Perbedaan antara siswa yang memiliki kemampuan rendah (*novice*) dan tinggi (*expert*) dalam pemecahan masalah fisika adalah bagaimana siswa mengorganisasi dan menggunakan pengetahuan, serta menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lain ketika memecahkan masalah (Chi dkk., 1981; Singh, 2008a; Singh, 2008b; Mason & Singh, 2011; Shih & Singh, 2013). Siswa yang memiliki kemampuan tinggi dalam pemecahan masalah fisika cenderung menggunakan argumen kualitatif berdasarkan konsep fisika yang mendasari masalah (*deep feature*), mengevaluasi solusi, dan cenderung menggunakan alat bantu representasi. Hal sebaliknya, siswa yang memiliki kemampuan rendah dalam pemecahan masalah fisika cenderung mengenali masalah berdasarkan sajian masalah (*surface feature*), tidak melakukan evaluasi, dan cenderung menggunakan rumus dalam memecahkan masalah (Chi dkk., 1981; Mason & Singh, 2011; Savelsbergh dkk, 2011).

Heller dkk. (1991) mengajukan langkah pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika melalui lima tahap. Pertama, *visualize the problem*.

Pada langkah ini, dilakukan visualisasi permasalahan dari kata-kata menjadi representasi visual, membuat daftar variabel yang diketahui dan tidak diketahui, identifikasi konsep dasar. Kedua, *describe the problem in physics description*. Pada langkah ini, representasi visual diubah menjadi deskripsi fisika dengan membuat diagram benda bebas dan memilih sistem koordinat. Ketiga, *plan the solution*, yaitu merencanakan solusi dengan cara mengubah deskripsi fisika menjadi representasi matematis. Keempat, *execute the plan*, melaksanakan rencana dengan melakukan operasi matematis. Kelima, *check and evaluate*, mengevaluasi solusi yang didapatkan dengan mengecek kelengkapan jawaban, tanda, satuan dan nilai.

Young dan Freedman (2012) mengajukan pemecahan masalah fisika dengan menggunakan *I SEE*. Langkah-langkah pemecahan *I-SEE* yaitu 1) mengidentifikasi konsep yang relevan (*Identify*). Pada langkah ini, siswa menggunakan kondisi yang dinyatakan dalam masalah untuk menentukan konsep fisika yang relevan dan mengidentifikasi variabel yang dicari. 2) *Set up* masalah. Siswa pada langkah ini menentukan persamaan yang sesuai untuk memecahkan masalah, membuat sketsa yang mendeskripsikan masalah, dan memilih sistem koordinat. 3) eksekusi solusi (*Execute*). Siswa pada langkah ini menggunakan persamaan, mensubstitusi nilai yang diketahui ke persamaan, dan melakukan operasi matematis untuk menemukan solusi. 4) evaluasi (*Evaluation*) jawaban. Siswa mengecek satuan dan mengecek kesesuaian dengan konsep.

Berdasarkan langkah-langkah pemecahan masalah dari Young dan Freedman serta Heller dkk., secara garis besar pemecahan masalah fisika terdiri dari mengenali masalah, menerapkan strategi, merencanakan strategi, dan mengevaluasi

luas solusi. Dari tahapan tersebut selanjutnya disusun indikator dari setiap tahap. Indikator kemampuan pemecahan masalah fisika yang telah disusun ditunjukkan oleh Tabel 1. Indikator pada Tabel 1 merupakan indikator kemampuan pemecahan masalah fisika yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan menggunakan tahap-tahap yang ditunjukkan oleh tabel 1, maka instrumen pengukuran dirancang agar siswa menjawab melalui tahapan tersebut.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan *mixed method* desain *embedded experimental model* (Cresswell dan Clark, 2007). Bagian kuantitatif penelitian ini menggunakan *Nonequivalent Control Group Design* (Salkind, 2006). Populasi dalam penelitian ini adalah kelas XI SMAN 1 Malang. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas XI IPA 1 sebagai kelas kontrol dan kelas XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen. Penelitian dilaksanakan di semester ganjil Tahun Ajaran 2013/2014 pada materi usaha dan energi. Kelas konvensional dan kelas *modeling instruction* diberi pre tes dan pos tes. Pada kelas *modeling instruction*, siswa diberikan paket kuis kemampuan pemecahan masalah fisika sebanyak 2 kali selama pemberian perlakuan. Setiap paket kuis terdiri dari soal yang harus dikelompokkan oleh siswa menurut cara penyelesaian yang sama berdasarkan konsep disertai dengan penjelasannya dan soal yang harus diperoleh jawabannya. Observasi dilakukan selama perlakuan *modeling instruction*. Wawancara dilakukan untuk mengetahui lebih dalam tentang kemampuan pemecahan masalah fisika setelah pemberian perlakuan *modeling instruction*. Subjek wawancara adalah perwakilan siswa kelas *modeling instruction*

Tabel 1 Tahapan dan Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah fisika

Tahap	Indikator
Mengenali masalah	Identifikasi masalah berdasarkan konsep dasar (<i>deep feature</i>) Membuat daftar besaran yang diketahui Menentukan besaran yang ditanyakan
Merencanakan strategi	Membuat diagram benda bebas/sketsa yang menggambarkan permasalahan Menentukan persamaan yang tepat untuk pemecahan masalah
Menerapkan strategi	Mensubstitusi nilai besaran yang diketahui ke persamaan Melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang dipilih
Mengevaluasi solusi	Mengevaluasi kesesuaian dengan konsep Mengevaluasi satuan

sebanyak 7 siswa. Data penelitian ini dianalisis dengan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif dilakukan melalui tahap reduksi data, pengkodean data, interpretasi data. Kode data kualitatif ditampilkan dalam Tabel 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama pemberian perlakuan *modeling instruction*, siswa mendapatkan paket kuis sebanyak dua kali. Paket kuis 1 diberikan pada pertemuan kedua dan paket kuis 2 diberikan pada pertemuan kelima. Paket kuis 1 dan 2 terdiri dari 5 soal. Paket kuis 1 berupa 5 soal yang terdiri dari 3 soal yang harus dikelompokkan oleh siswa menurut konsep fisika yang mendasari permasalahan dan 2 soal pemecahan masalah. Konsep fisika yang terdapat pada paket kuis 1 adalah teorema usaha dan energi serta hukum 2 Newton. Hasil paket kuis 1 ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa, selain terdapat pengelompokkan soal berdasarkan *deep feature* dan *surface feature*. Pengelompokkan *surface feature* yang tampak dari paket kuis 1 adalah “kelajuan”, “kecepatan”, “energi kinetik”, “percepatan”, serta “usaha dan energi”. Tabel 2 menunjukkan pengelompokkan soal berdasarkan *deep feature* sebanyak 59 (57,84%), dan pengelompokkan berdasarkan *surface feature* sebanyak 43 (42,16%). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang tidak terlalu besar antara pengelompokkan berdasarkan *deep feature* dengan pengelompokkan lain (15,68%).

Pengelompokkan *deep feature* paket kuis 1 misalnya ditunjukkan Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan siswa mengelompokkan berdasarkan *deep feature* masalah yaitu teorema usaha dan energi. Siswa juga memberikan alasan berdasarkan konsep bukan hanya berdasarkan besaran yang diketahui dalam masalah.

Pengelompokkan *surface feature* hasil paket kuis 1 menunjukkan bagaimana siswa mengenali masalah. Pengelompokkan “energi kinetik” menunjukkan siswa cenderung hanya mencermati variabel yang diketahui tanpa mencermati adanya hubungan perubahan kelajuan dengan usaha. Pengelompokkan “kelajuan”, “kecepatan” dan “percepatan” menunjukkan siswa mengelompokkan masalah berdasarkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Pengelompokkan *surface feature* paket kuis 1 ditunjukkan oleh Gambar 2.

Paket kuis 2 berupa 5 soal dan konsep fisika yang terdapat pada paket kuis 2 adalah hukum kekekalan energi mekanik dan hukum 2 Newton. Hasil paket kuis 2 ditunjukkan oleh Tabel 4. Pengelompokkan *surface feature* yang tampak dari paket kuis 2 adalah “kelajuan”, “energi potensial gravitasi”, “percepatan”, “teorema usaha dan energi” serta “usaha dan energi”. Tabel 4 menunjukkan pengelompokkan soal berdasarkan *deep feature* sebanyak 70 (68,63%), dan pengelompokkan berdasarkan *surface feature* sebanyak 32 (31,37%). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara pengelompokkan berdasarkan *deep feature* dengan pengelompokkan lain (37,26%).

Tabel 2 Pengkodean Kemampuan Pemecahan Masalah

Kode	Subkode
Mengenali masalah	Pengelompokkan masalah (berdasarkan <i>surface feature</i> atau <i>deep feature</i>) Pengenalan besaran
Merencanakan strategi	Representasi masalah dalam bentuk gambar Representasi masalah dalam bentuk rumus/persamaan matematis
Menerapkan strategi	Penggunaan operasi matematis Kebenaran solusi
Mengevaluasi solusi	Evaluasi terhadap konsep yang digunakan (berdasarkan konsep atau berdasarkan besaran yang diketahui) Satuan

Tabel 3 Hasil Paket Kuis 1

Pengelompokkan soal	Jumlah	Rata-rata skor soal pemecahan masalah fisika
<i>Deep feature</i>	59	
<i>Surface feature</i>	33	69,48
Jumlah	102	

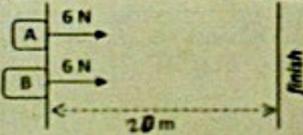
2. Anjing laut di taman bermain meluncur dari keadaan diam pada papan luncur sepanjang 4 m menuju kolam. Papan luncur memiliki kemiringan tertentu dan gaya gesek mengerjakan usaha sebesar 200 J pada anjing laut saat meluncur pada papan. Jika massa anjing laut 50 kg, berapa kelajuan anjing laut saat masuk ke dalam air?



Jawab
 Konsep fisika yang digunakan: Teorema usaha dan energi
 Alasan: Anjing laut dikenai gaya besar & gaya gesek yg menyebabkan anjing laut itu berpindah sejauh 4 m, pada saat anjing laut masuk ke dalam air, besar kecepatannya tidak sama dgn pada saat meluncur sehingga ada perubahan kecepatan yg menyebabkan energi kinetiknya juga berubah. Besar usaha bisa juga setara dgn perubahan energi kinetik

Gambar 1. Pengelompokkan *Deep Feature* Pada Paket Kuis 1

1. Kereta salju A dan kereta salju B awalnya diam di atas permukaan es horizontal yang licin. Massa kereta salju A adalah 45 kg dan massa kereta salju B adalah 52 kg. Kedua kereta salju itu ditarik dengan gaya konstan yang sama sebesar 6 N sepanjang lintasan lurus sejauh 20 m menuju garis finish. Berapa energi kinetik kedua kereta salju saat sampai di garis finish.



Jawab
 Konsep fisika yang digunakan: Energi Kinetik
 Alasan: Karena tidak ada perubahan yang memengaruhi sama di bidang, sedangkan dari data tsb terdapat besaran massa, gaya, dan perpindahan

Gambar 2. Pengelompokkan *Surface Feature* Pada Paket Kuis 1

3. Elang bermassa 5 kg sedang mencengkeram anak ayam bermassa 0,8 kg. Elang terbang dengan kelajuan 3 m/s pada ketinggian 10 m di atas tanah dengan membentuk sudut tertentu terhadap horizontal. Tiba-tiba, anak ayam terlepas dari cengkeraman elang dan jatuh menuju permukaan tanah. Berapa kelajuan anak ayam saat berada 4 m di atas tanah?

Jawab
 Konsep fisika yang digunakan: Hukum kekekalan energi mekanik
 Alasan: Karena ada perubahan dx karena memiliki kecepatan & energi potensial, yadng memliki ketinggian?

Gambar 3. Pengelompokkan *Deep Feature* Pada Paket Kuis 2

3. Elang bermassa 5 kg sedang mencengkeram anak ayam bermassa 0,8 kg. Elang terbang dengan kelajuan 3 m/s pada ketinggian 10 m di atas tanah dengan membentuk sudut tertentu terhadap horizontal. Tiba-tiba, anak ayam terlepas dari cengkeraman elang dan jatuh menuju permukaan tanah. Berapa kelajuan anak ayam saat berada 4 m di atas tanah?

Jawab
 Konsep fisika yang digunakan: Teorema usaha dan energi
 Alasan: Karena soal mengandung variabel yg berhubungan dgn konsep yaitu gaya berat, dan kelajuan soal juga melibatkan perubahan ketinggian oleh gaya konservatif melalui lintasan yg membentuk sudut

Gambar 4. Pengelompokkan *Surface Feature* Pada Paket Kuis 2

Tabel 4. Hasil Paket Kuis 2

Pengelompokkan soal	Jumlah	Rata-rata sekor soal pemecahan masalah fisika
<i>Deep feature</i>	70	
<i>Surface feature</i>	32	68,21
Jumlah	102	

Pengelompokkan *deep feature* paket kuis 2 misalnya ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan siswa mengelompokkan berdasarkan *deep feature* masalah yaitu hukum kekekalan energi mekanik. Siswa juga memberikan alasan berdasarkan konsep bukan hanya berdasarkan besaran yang diketahui dalam masalah.

Pengelompokkan *surface feature* hasil paket kuis 2 menunjukkan beberapa hal tentang bagaimana siswa mencermati soal. Pengelompokkan “energi potensial gravitasi” dan “teorema usaha energi” menunjukkan siswa cenderung hanya mencermati variabel yang diketahui tanpa mencermati adanya perubahan kelajuan dan ketinggian. Pengelompokkan “kelajuan” dan “percepatan” menunjukkan siswa mengelompokkan masalah berdasarkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan bukan berdasarkan konsep fisika yang mendasari. Pengelompokkan *surface feature* pada paket kuis 2 ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan pengelompokkan berdasarkan besaran yang diketahui dalam masalah. Hal ini tampak pada alasan yang disebutkan siswa. Hasil analisis paket kuis 2 menunjukkan terdapat siswa yang kesulitan dalam membedakan masalah fisika yang menggunakan teorema usaha energi dengan masalah fisika yang menggunakan kekekalan energi mekanik. Kesulitan ini menyebabkan siswa gagal menemukan solusi yang sesuai. Hal ini yang menyebabkan penurunan rata-rata sekor soal pemecahan masalah pada paket kuis 2.

Hasil paket kuis 1 dan 2 menunjukkan siswa mengalami perubahan dalam mengenali masalah, merencanakan strategi, dan mengevaluasi solusi masalah. Secara keseluruhan, paket kuis 1 dan 2 menunjukkan peningkatan dalam hal pengelompokkan soal. Hal ini menunjukkan peningkatan mengenali masalah berdasarkan konsep fisika khususnya konsep teorema usaha dan energi serta kekekalan energi mekanik. Hasil paket kuis 1 dan 2 menunjukkan adanya representasi dalam bentuk gambar maupun matematis yang belum sesuai dengan masalah, bahkan ada yang tidak terdapat representasi gambar. Namun, representasi buatan siswa yang ada telah menunjukkan makna fisis dari masalah. Hal ini diper-

kuat dari hasil pengamatan selama perlakuan *modeling instruction*. Pada awalnya siswa kesulitan membuat representasi dalam bentuk gambar dan selanjutnya siswa lebih terbiasa dalam membuat representasi dari masalah. Tahap menerapkan strategi berdasarkan hasil paket kuis 1 dan 2 mengalami perubahan dalam penulisan jawaban. Siswa mengalami perubahan dalam penulisan jawaban dari yang fokus pada solusi tanpa satuan menjadi solusi yang disertai dengan satuan. Hal ini juga tampak dari pengamatan terhadap siswa saat menampilkan jawaban dalam pembelajaran yang berubah dari tanpa satuan menjadi disertai dengan satuan. Saat memerlukan operasi matematis, siswa telah mampu melakukan operasi matematis dengan baik dalam tahap menerapkan strategi. Evaluasi solusi yang dilakukan siswa mengalami perubahan dengan ditunjukkan evaluasi berdasarkan konsep. Hasil lengkap perubahan kemampuan pemecahan masalah fisika ditunjukkan oleh Tabel 5.

Data kemampuan pemecahan masalah hasil pre tes dan pos tes berasal dari kelas konvensional dan kelas *modeling instruction*. Data kemampuan pemecahan masalah fisika hasil pre tes dan pos tes ditunjukkan Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan rata-rata sekor pre tes, sekor tertinggi, dan sekor terendah kelas *modeling instruction* dan kelas konvensional memiliki selisih yang tidak begitu besar. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 6 diperoleh bahwa rata-rata sekor kemampuan pemecahan masalah fisika hasil pos tes adalah 74,26 pada kelas *modeling instruction* dan 68,73 pada kelas konvensional. Data tersebut menunjukkan rata-rata kemampuan pemecahan masalah fisika siswa kelas *modeling instruction* lebih tinggi dibandingkan siswa kelas konvensional. *Modeling instruction* mengakibatkan kenaikan sekor pre tes – post tes lebih besar daripada pembelajaran konvensional.

Pengujian hipotesis digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah fisika antara sebelum siswa belajar dengan *modeling instruction* dengan setelah siswa belajar dengan *modeling instruction* serta terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah fi-

Tabel 5. Perubahan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Paket Kuis 1 dan 2

	Paket kuis 1	Paket kuis 2
Mengenali Masalah Pengelompokan masalah	Pengelompokan masalah hanya berdasarkan besaran yang diketahui dan berdasarkan apa yang ditanyakan	Pengelompokan masalah lebih banyak berdasarkan konsep fisika
Pengenalan besaran	Penyebutan besaran kurang tepat dan kesulitan membedakan besaran dan satuan	Terdapat perbaikan dalam hal penyebutan besaran
Merencanakan Strategi Representasi masalah dalam bentuk gambar	Representasi gambar kurang tepat dan sebagian besar belum memuat makna fisis	Representasi gambar kurang tepat namun sebagian besar telah memuat makna fisis
Representasi masalah dalam bentuk matematis	Menggunakan rumus/ persamaan yang telah sesuai dengan konsep masalah	Menggunakan rumus/ persamaan yang telah sesuai dengan konsep masalah
Menerapkan Strategi Penggunaan operasi matematis Kebenaran solusi	Benar dalam menggunakan operasi matematis Solusi cenderung hanya berupa angka tidak disertai satuan	Benar dalam menggunakan operasi matematis Solusi telah berupa angka dan disertai satuan
Mengevaluasi Solusi Evaluasi terhadap konsep yang digunakan	Evaluasi solusi berdasarkan fakta yaitu apa yang diketahui dalam masalah dan apa yang ditanyakan	Evaluasi solusi telah ada yang berdasarkan konsep
Satuan	Kurang dalam menuliskan satuan dari besaran/solusi masalah	Mampu menuliskan satuan dari besaran/solusi masalah

Tabel 6. Data Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Hasil Pre Tes dan Pos Tes

Kelompok kelas	N	Pre tes			Pos tes		
		Rata-rata	Sekor tertinggi	Sekor terendah	Rata-rata	Sekor tertinggi	Sekor terendah
<i>Modeling instruction</i>	34	46,60	60,00	32,00	74,26	90,50	55,19
Konvensional	34	47,26	59,00	37,00	68,73	85,31	50,06

Tabel 7. Hasil Pengujian Hipotesis

<i>Modeling Instruction</i> Pre Tes v <i>Modeling Instruction</i> Pos Tes		<i>Modeling Instruction</i> Pos Tes v Konvensional Pos Tes	
t_{hitung}	$t_{0,05;33}$	t_{hitung}	$t_{0,05;66}$
33,905	2,036	2,268	1,998

sika antara siswa yang belajar dengan *modeling instruction* dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Pengujian hipotesis pertama menggunakan *paired t-test*. Pengujian hipotesis kedua menggunakan *t-test separated varian*. Hasil pengujian hipotesis ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil pre tes dan pos tes di kelas *modeling instruction* memiliki perbedaan yang signifikan secara statistik ($33,905 > 2,036$). Hasil itu menunjukkan kemampuan pemecahan masalah fisika antara sebelum siswa belajar dengan *Modeling Instruction* dengan setelah siswa belajar dengan *Modeling Instruction* memiliki perbedaan. Tabel 7 juga menunjukkan bahwa hasil pos tes kelas *modeling instruction* dan hasil pos tes kelas konvensional memiliki perbedaan ($2,268 > 1,998$).

Berdasarkan hasil wawancara, siswa dalam memecahkan masalah fisika tidak langsung menggunakan rumus. Siswa memecahkan masalah melalui tahap: diketahui, ditanya, jawab, kesimpulan. Siswa setelah membaca kemudian menulis besaran yang diketahui, hal yang ditanyakan. Siswa selanjutnya melakukan pengenalan terhadap konsep yang mendasari masalah. Siswa yang mengelompokkan masalah pada paket kuis berdasarkan *deep feature* dan siswa dengan nilai pos tes tertinggi mampu mengenali masalah berdasarkan konsep. Sementara itu, siswa yang mengelompokkan masalah pada paket kuis berdasarkan *surface feature* tidak mampu mengenali masalah berdasarkan konsep. Siswa *surface feature* mengelompokkan berdasarkan besaran yang diketahui ataupun apa yang ditanyakan.

Siswa merasa kesulitan dalam pembuatan representasi (grafik, diagram) saat pembelajaran maupun saat pemecahan masalah (tes/kuis). Siswa merasa demikian karena mereka harus benar-benar mengenali keadaan sistem yang ditinjau. Selain itu, siswa membuat representasi gambar hanya jika dirasa perlu dalam memecahkan masalah. Jika masalah sederhana (substitusi angka ke rumus) atau soal telah dilengkapi gambar, siswa tidak akan membuat representasi gambar. Walaupun pembuatan representasi konsep dianggap sulit, siswa merasa terbantu oleh pembuatan representasi dalam memahami konsep (saat pembelajaran) dan memecahkan masalah (saat pembelajaran dan saat kuis/tes). Siswa telah mampu dalam melakukan operasi matematis dengan baik.

Kemampuan untuk mengevaluasi solusi telah dimiliki oleh siswa walau belum secara spontan. Misalnya siswa masih lupa menuliskan

satuan. Siswa tidak secara cepat menyadari bahwa belum menuliskan satuan. Seluruh subjek wawancara mampu melakukan evaluasi terhadap solusi. Siswa *surface feature* dan siswa dengan sekor kemampuan pemecahan masalah fisika terendah mengevaluasi proses pemecahan yang digunakan berdasarkan apa yang diketahui pada masalah belum berdasarkan konsep dasar masalah. Siswa *deep feature* dan siswa dengan sekor kemampuan pemecahan masalah fisika tertinggi cenderung mengevaluasi berdasarkan konsep.

Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa dalam *Modeling Instruction*

Berdasarkan hasil analisis, pengenalan masalah mengalami perkembangan. Siswa sebagian besar telah mampu mengenali masalah berdasarkan konsep. Jumlah siswa yang mengenali masalah berdasarkan konsep mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan konstruk pengetahuan siswa mengalami perkembangan. Siswa mulai menuju pada kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi. Chi dkk. (1981) menyebutkan bahwa ciri-ciri siswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah tinggi adalah konstruk pengetahuan yang lebih hirarkis yaitu prinsip fisika yang fundamental berada pada puncak tingkatan diikuti subpengetahuan lain dan detail lain. Konstruk pengetahuan yang lebih hirarkis membantu dalam mengenali masalah fisika. Siswa harus mampu mengenali masalah sesuai dengan prinsip agar mampu menentukan proses selanjutnya dalam memecahkan masalah fisika. Shih & Singh (2013) menyebutkan bahwa salah satu komponen penting dalam pemecahan masalah fisika adalah mengidentifikasi prinsip fisika yang relevan yang terkandung dalam permasalahan. Identifikasi prinsip fisika menjadikan kita mampu mengenali dan selanjutnya mengelompokkan masalah berdasarkan konsep.

Analisis pada paket kuis menunjukkan siswa *surface feature* mengelompokkan masalah berdasarkan besaran yang diketahui. Hasil wawancara memperkuat hal ini. Siswa mengatakan, misalnya, suatu masalah termasuk dalam energi kinetik karena terdapat besaran energi kinetik. Mengelompokkan masalah berdasarkan besaran yang diketahui juga mengakibatkan siswa kesulitan membedakan masalah fisika yang menggunakan teorema usaha energi dengan masalah fisika yang menggunakan kekekalan energi mekanik. Mason & Singh (2011) menyebutkan bahwa seseorang yang memiliki kemampuan tinggi dalam pemecahan masalah mampu mengenali konsep masalah, misalnya, mampu mengenali konsep dasar suatu masalah adalah usaha wa-

lau dalam masalah tidak disebutkan “usaha oleh gaya”. Siswa *surface feature* juga mengelompokkan masalah fisika berdasarkan apa yang ditanyakan. Siswa *surface feature* memandang bahwa apa yang ditanyakan dalam masalah adalah alasan suatu masalah dikelompokkan dalam kategori tertentu. Misalnya, ketika masalah bertanya tentang percepatan maka siswa mengelompokkan ke dalam percepatan. Mason & Singh (2011) juga memperoleh hasil bahwa siswa *surface feature* mudah untuk mengelompokkan soal ke dalam kategori usaha jika soal menanyakan tentang usaha. Jika soal berdasarkan usaha tapi yang ditanyakan tentang yang lain, misalnya kelajuan, maka siswa *surface feature* mengalami kesulitan untuk mengenali konsep dasar masalah.

Hasil pengamatan selama pemecahan masalah dalam pembelajaran serta hasil analisis paket kuis menunjukkan pembuatan representasi menyulitkan bagi siswa dan hasilnya belum tepat. Representasi masalah melalui gambar kurang mengalami perubahan yang berarti sampai akhir perlakuan. Siswa kesulitan membuat diagram benda bebas atau sketsa. Hasil ini sesuai yang diungkapkan oleh Savinainen dkk. (2013) yang menyebutkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membuat diagram benda bebas. Savinainen dkk. kemudian menggunakan alat bantu untuk membantu pembuatan diagram gaya. Hal lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penekanan yang lebih dalam menggunakan diagram benda bebas seperti yang diungkapkan oleh Rosengrant dkk. (2009) atau Kohl dkk. (2007) yang menggunakan pembelajaran yang melibatkan multi representasi dalam pemecahan masalah fisika. Walau merasa kesulitan, siswa tetap membuat representasi dalam bentuk gambar karena siswa merasa terbantu. Siswa ber alasan bahwa dapat berlatih mengenali masalah lebih baik serta tidak sekedar membayangkan. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Ibrahim & Rebello (2012).

Siswa membuat representasi gambar hanya jika dirasa perlu dalam memecahkan masalah. Hasil wawancara dan pengamatan dalam pembelajaran menunjukkan terdapat siswa yang tidak membuat representasi gambar jika masalah telah dilengkapi gambar atau suatu masalah fisika dianggap mudah oleh siswa. Siswa cenderung membuat representasi gambar jika masalah tidak dilengkapi gambar. Hal ini juga memperkuat bahwa representasi gambar digunakan untuk membantu pemecahan masalah. Penelitian Ibrahim & Rebello (2012) juga menunjukkan bahwa saat masalah disajikan dalam bentuk kalimat saja, siswa akan membuat representasi gambar dalam

proses pemecahan masalah. Walsh dkk. (2007) juga menunjukkan bahwa siswa akan langsung menggunakan rumus jika masalah dianggap mudah oleh siswa. Penggunaan representasi dalam memecahkan masalah tidak secara langsung menjadikan solusi yang ditemukan siswa menjadi benar. Dalam penelitian ini, walau representasi yang dibuat siswa mampu memvisualisasikan masalah secara jelas, solusi yang didapat tidak selalu benar. Kohl dkk. (2007) juga berpendapat bahwa menggunakan representasi belum menjamin memecahkan masalah dengan benar. Hal ini bisa terjadi karena pemecahan masalah juga bertumpu pada kebenaran konsep yang digunakan dan evaluasi terhadap solusi masalah.

Siswa *modeling instruction* bergeser dari evaluasi berdasarkan besaran yang ada pada masalah menjadi evaluasi berdasarkan konsep yang dipakai dalam memecahkan masalah. Siswa tidak hanya menggunakan rumus karena sesuai dengan besaran pada masalah (*plug and chug*). Siswa mampu mengungkapkan alasan menggunakan rumus sesuai dengan konsep yang ada pada masalah. Hal ini karena dalam pembelajaran siswa diminta untuk bisa menjelaskan jawaban dan pendapat mereka. *Modeling instruction* salah satunya adalah untuk meminta siswa selalu mempertanggungjawabkan pendapat dan jawaban dengan cara memberikan penjelasan (Wells dkk., 1995; Jackson dkk., 2008). Dengan meminta siswa selalu mempertanggungjawabkan pendapat dan jawaban, siswa dilatih untuk membangun dan mengembangkan pengetahuan serta kemampuan logika guna mengevaluasi solusi dalam pemecahan masalah fisika. Hal ini akan membuat siswa lebih baik pada evaluasi dan pemecahan masalah fisika (Shih & Singh, 2013).

Siswa *modeling instruction* tidak akan seketika menjadi lebih baik dalam pemecahan masalah setelah perlakuan. Siswa *modeling instruction* masih perlu waktu untuk menjadi lebih baik dalam pemecahan masalah (*expert problem solver*). Siswa *modeling instruction* telah menuju ke arah *expert* dan masih menunjukkan ciri-ciri *novice*. Ciri-ciri *novice* yang masih terlihat adalah terdapat siswa yang mengelompokkan masalah berdasarkan *surface feature*. Pengelompokkan *surface feature* mengakibatkan siswa-siswa tersebut lebih fokus pada rumus. Hasil penelitian Malone (2008) menunjukkan bahwa siswa *surface feature* cenderung akan mengingat-ingat atau mencari rumus dalam memecahkan masalah. Ciri lain yang ditunjukkan adalah penggunaan representasi. Representasi siswa ada yang belum tepat dan terdapat siswa yang tidak membuat. Dalam penelitian ini, perlakuan masih belum menekankan pada repre-

sentasi yang bervariasi yaitu dengan menyediakan waktu khusus untuk dibelajarkan walaupun *modeling instruction* memfasilitasi pembuatan dan penggunaan representasi. Selain itu, masih terdapat siswa kesulitan dalam melakukan evaluasi berdasarkan konsep dan terdapat siswa yang belum mampu melakukan evaluasi terhadap proses pemecahan masalah. Lingkungan disertai pelaksanaan *modeling instruction* yang baik dan waktu yang cukup dapat mempengaruhi intelektual siswa (Asrori, 2007). Misalnya, dengan pemberian hadiah dan selalu meminta siswa untuk memberikan penjelasan terhadap jawaban dapat memotivasi siswa untuk melakukan evaluasi terhadap solusi permasalahan. Asrori (2007) juga berpendapat bahwa mayoritas perkembangan intelektual dipengaruhi oleh potensi diri yang berkaitan dengan bakat dan minat. Bakat dan minat yang baik terhadap mata pelajaran fisika membantu siswa dalam mengikuti pembelajaran fisika. Mason & Singh (2011) juga berpendapat bahwa minat seseorang pada fisika akan berpengaruh pada kemampuan logika ilmiah, kemampuan matematis, dan *cognitive load*. *Cognitive load* pada saat belajar fisika berkurang ketika kemampuan logika ilmiah dan kemampuan matematis seseorang lebih baik. *Cognitive load* yang berkurang dapat memudahkan siswa dalam membangun dan mengembangkan pengetahuan.

Perbandingan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa Kelas Modeling Instruction dengan Siswa Kelas Pembelajaran Konvensional

Hasil analisis data uji beda hasil post tes kemampuan pemecahan masalah fisika siswa yang belajar menggunakan *modeling instruction* dengan siswa yang belajar dengan menggunakan pembelajaran konvensional menunjukkan adanya perbedaan. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah fisika siswa yang belajar menggunakan *modeling instruction* lebih tinggi daripada dengan siswa yang belajar dengan menggunakan pembelajaran konvensional. Hasil ini sesuai dengan Malone (2007; 2008). Hasil penelitian Malone menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah fisika siswa *modeling instruction* lebih baik daripada siswa yang tidak belajar dengan *modeling instruction* serta siswa *modeling instruction* tampak lebih menunjukkan ciri-ciri kemampuan pemecahan masalah yang baik (*expert*). Penelitian Wells dkk (1995) juga menunjukkan siswa kelas *modeling instruction* memiliki skor kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi dari pada siswa kelas konvensional.

Perbandingan skor pre tes dan skor post tes kemampuan pemecahan masalah fisika kelas *modeling instruction* dan kelas konvensional menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata skor kemampuan pemecahan masalah siswa kelas *modeling instruction* lebih tinggi dibandingkan siswa kelas konvensional. Hasil tersebut berkaitan dengan pemahaman konsep. Pemahaman konsep siswa yang belajar dengan *modeling instruction* memiliki peningkatan yang lebih besar daripada siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional (Wells dkk, 1995). Penelitian Brewe dkk (2010) menunjukkan siswa kelas *modeling instruction* memiliki pemahaman konsep yang lebih baik daripada kelas konvensional. Pemahaman konsep yang lebih baik menunjukkan struktur pengetahuan yang lebih baik. Struktur pengetahuan yang baik berdampak yang lebih baik pada pemecahan masalah fisika (Malone, 2007).

Dalam penelitian ini, siswa pada kelas *modeling instruction* membangun model kegiatan praktikum. Demonstrasi dan diskusi dilakukan sebelum dilakukan praktikum. Kegiatan demonstrasi yang diikuti dengan diskusi membuat siswa mencoba mengenali suatu fenomena dan konsep yang terkait. Miller dkk (2013) berpendapat bahwa demonstrasi yang terintegrasi dalam pembelajaran dapat membantu siswa membangun informasi awal tentang konsep yang akan dipelajari. Siswa menampilkan hasil praktikum dalam diskusi kelas. Kegiatan ini menugaskan pada siswa untuk menampilkan hasil praktikum dalam presentasi verbal tentang model fisika. Presentasi verbal tentang model fisika disertai dengan representasi berupa diagram dan matematis. Siswa diminta untuk memberikan penjelasan terhadap pendapat dan jawaban. Siswa lebih memahami konsep, mengembangkan pengetahuan dan berlatih melakukan evaluasi dengan mempertanggungjawabkan pendapat dan jawaban dengan cara memberikan penjelasan. Berbeda dengan siswa kelas *modeling instruction*, siswa kelas konvensional lebih menekan pada rumus serta kurang melibatkan siswa untuk mempertanggungjawabkan pendapat dan jawaban. Siswa kelas *modeling instruction* memiliki kesempatan yang lebih banyak daripada siswa kelas konvensional untuk menerapkan model dalam pemecahan masalah. Pemberian kesempatan yang lebih banyak dalam pemecahan masalah akan membuat siswa lebih berpengalaman dalam pemecahan masalah fisika (Ogilvie, 2009).

Siswa yang belajar dengan *modeling instruction* memiliki kemampuan pemecahan masalah fisika yang lebih tinggi dari pada kelas konvensional. Hal ini karena *modeling instruction* mene-

kankan pada pembangunan pemahaman konsep melalui pemodelan. Pemodelan ditunjukkan dengan diagram, grafik, dan gambar sebelum siswa menyajikan dalam representasi matematis. Siswa diminta untuk memahami secara kualitatif sebelum siswa bekerja dengan rumus-rumus dan perhitungan. *Modeling instruction* dapat membantu siswa membangun pemahaman fisika lebih terkait satu sama lain, fleksibel, dan sistematis (Wells dkk, 1995). Model yang telah didapatkan kemudian diterapkan pada pemecahan masalah fisika dengan pemberian kesempatan yang lebih banyak sehingga siswa menjadi lebih memahami dan terbiasa menggunakan model fisika dalam pemecahan masalah fisika.

PENUTUP

Dalam rangka mendukung pelaksanaan kurikulum 2013 dibutuhkan suatu model pembelajaran yang berlandaskan pada pendekatan ilmiah. Salah satu model pembelajaran tersebut adalah *modeling instruction*. *Modeling instruction* memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan dan pemecahan masalah melalui kegiatan yang ilmiah. Pembelajaran yang ilmiah dapat memfasilitasi siswa untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi salah satu kemampuan pemecahan masalah. *Modeling instruction* dapat membantu siswa untuk mengenali masalah berdasarkan konsep fisika, merencanakan pemecahan masalah melalui pembuatan representasi dari masalah, dan mengevaluasi terhadap solusi dan konsep yang digunakan. Siswa membutuhkan waktu untuk menjadi lebih baik dalam pemecahan masalah fisika. Pemberian waktu yang cukup untuk menerapkan penguasaan konsep dalam pemecahan masalah adalah salah satu hal yang perlu dilakukan.

Pemberian masalah kompleks dan kontekstual akan membantu siswa dalam melatih kemampuan pemecahan masalah fisika. Pemberian masalah kompleks dan kontekstual juga memungkinkan siswa lebih memiliki kesadaran terhadap lingkungan. Kegiatan *modeling instruction* yaitu seperti meminta siswa memberikan penjelasan konseptual terhadap pendapat dan jawaban secara lisan atau tulis, pemberian masalah untuk dikelompokkan berdasarkan konsep dan kegiatan praktikum mampu memberikan alternatif lain dalam penilaian dari hanya sekedar *paper and pencil test*. Hal ini sejalan dengan kurikulum 2013 yang melakukan penilaian pengetahuan tidak hanya berdasarkan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrori, M. 2007. *Psikologi Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Brewe, E., Kramer, L., & O'Brien, G. 2009. Modeling instruction: Positive attitudinal shifts in introductory physics measured with CLASS. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online) 5, 013102, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.013102>), diakses 7 Maret 2013.
- Brewe, E., Sawtelle, V., Kramer, L.H., O'Brien, G.E., Rodriguez, I., & Pamelá, P. 2010. Toward Equity Through Participation In Modeling Instruction In Introductory University Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 6, 010106, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010106>), diakses 5 Juni 2013.
- Chi, M. T. H., & Glaser, R. (1985). Problem-solving ability. Dalam R. J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information-processing approach* (hlm. 227–250). New York: Freeman.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, (Online), 5:121-152, (<http://chilab.asu.edu/papers/ClassicCitation.pdf>), diakses 7 April 2013.
- Creswell, J.W. & Clark, V.L.P. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. California: Sage Publication.
- De Cock, M. 2012. Representation Use and Strategy Choice in Physics Problem Solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 8, 020117, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>), diakses 9 Februari 2013.
- Etkina, E., Warren, A., & Gentile, M. 2005. The Role of Models in Physics Instruction. *The Physics Teacher*, (Online), 43, (<http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Papers/ModelsTPTpublished.pdf>), diakses 5 Juni 2013.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. 1991. Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group Versus Individual Problem Solving. *American Journal of Physics*, (Online), 60(7): 627-636, (http://www.physics.emory.edu/~weeks/journal/Heller_AJP_91a.pdf), diakses 9 Juni 2013.
- Hestenes, D. 1987. Toward A Modeling Theory Of Physics Instruction. *American Journal of Physics*, (Online), 55 (5): 440-454, (<http://modeling.la.asu.edu/R%26E/ModelingThryPhysics.pdf>), diakses 5 Juni 2013.
- Hoellwarth, C., Moelter, M. J., & Knight, R. D. A Direct Comparison of Conceptual Learning and Problem Solving Ability in Traditional and Studio Style Classrooms. *American Journal of Physics*, (Online), 73, 459, (http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1111&context=phy_fac), diakses 7

- Maret 2013.
- Ibrahim, B. & Rebello, N.S. 2012. Representational Task Formats and Problem Solving Strategies in Kinematics and Work. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 8, 010126, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010126>), diakses 9 Maret 2013.
- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. 2008. Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education. *Science Educator*, (Online), 17(1): 10 – 17, (http://modeling.asu.edu/modeling/ModInstrArticle_NSELA Spr08.pdf), diakses 5 Juni 2013.
- Kohl, P.B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N.D. 2007. Strongly and Weakly Directed Approaches to Teaching Multiple Representation Use in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 3, 010108, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010108>), diakses 14 Februari 2013.
- Malone, K.L. 2007. The convergence of knowledge organization, problem-solving behavior, and metacognition research with the Modeling Method of physics instruction – Part II. *Journal Of Physics Teacher Education Online*. 4(2): 7 – 15, (<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo/issues/jpteo4%282%29win07.pdf>), diakses 23 Februari 2013.
- Malone, K.L. 2008. Correlations among Knowledge Structures, Force Concept Inventory, and Problem-Solving Behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 4, 020107, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020107>), diakses 23 Februari 2013.
- Mason, A. & Singh, C. 2011. Assessing Expertise in Introductory Physics Using Categorization Task. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 7, 020110, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020110>), diakses 7 Maret 2013.
- McBride, D.L., Zollman, D., & Rebello, N.S. 2010. Method for Analyzing Students' Utilization of Prior Physics Learning in New Contexts. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 6, 020101, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020101>), diakses 1 Februari 2013.
- Miller, K., Lasry, N., Chu, K., & Mazur, E. 2013. Role of Physics Lecture Demonstrations in Conceptual Learning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 9, 020113, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020113>), diakses 5 November 2013.
- Ogilvie, C. A. 2009. Changes In Students' Problem-Solving Strategies In A Course That Includes Context-Rich, Multifaceted Problems. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 5, 020102, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020102>), diakses 7 Maret 2013.
- Presseisen, B. Z. 1985. Thinking Skills: Meanings and Models dalam Arthur L. Costa (Ed), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking* (hlm.43-48). Alexandria: ASCD.
- Redish, E.F. 2004. A Theoretical Framework for Physics Education Research: Modeling Student Thinking. *The Proceedings of the Enrico Fermi Summer School in Physics, Course CLVI, Italian Physical Society*, (Online) (www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/Redish%20Varenna-Pre.pdf), diakses 22 Desember 2012.
- Redish, E.F. 2005. Changing Student Ways of Knowing: What Should Our Students Learn in a Physics Class?. *Proceedings of World View on Physics Education 2005: Focusing on Change*, New Delhi, 2005 World Scientific Publishing Co., Singapore, in press, (Online) (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/IndiaPlen.pdf>), diakses 7 Maret 2013.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., Etkina, E. 2009. Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 5, 010108, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010108>), diakses 31 Januari 2012.
- Salkind, N.J. 2006. *Exploring Research 6th Edition*. New Jersey: Pearson Education.
- Santrock, J.W. 2011. *Educational Psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Savelsbergh, E. R., de Jong, T., & Ferguson-Hessler, M.G.M. 2011. Choosing The Right Solution Approach: The Crucial Role Of Situational Knowledge in Electricity and Magnetism. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 7, 010103, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.010103>), diakses 9 Februari 2013.
- Savinainen, A., Mäkynen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. 2013. Does Using a Visual-Representation Tool Foster Students Ability to Identify Forces and Construct Free-Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9, 010104, (online), (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010104>), diakses 9 Februari 2013.
- Shih, Y.L. & Singh, C. 2013. Using an isomorphic problem pair to learn introductory physics: Transferring from a two-step problem to a three-step problem. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 9, 020114, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020114>), diakses 16 November 2013.
- Singh, C. 2008a. Assessing Student Expertise in Introductory Physics with Isomorphic Problems. I. Performance on Nonintuitive Problem Pair From Introductory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 4, 010104, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.010104>), diakses 23 Februari 2013.
- Singh, C. 2008b. Assessing Student Expertise in Introductory Physics with Isomorphic Prob-

- lems. II. Effect of Some Potential Factors on Problem Solving and Transfer. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 4, 010105, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.010105>), diakses 23 Februari 2013.
- Walsh, L.N., Howard R.G., & Bowe, B. 2007. Phenomenographic study of students' problem solving approaches in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 3, 020108, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020108>), diakses 9 Februari 2013.
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. 1995. A Modeling Method For High School Physics Instruction. *American journal of Physics*, (Online), 63(7), (), diakses 19 Juni 2013.
- Young, H.D. & Freedman, R.A. 2012. *Sear's and Zemansky University Physics: with Modern Physics*. San Francisco: Pearson Education.