



***E-SCAFFOLDING* FISIKA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN *PROBLEM SOLVING SKILL* DAN SIKAP ILMIAH SISWA SMA**

Affa Ardhi Saputi[✉], Insih Wilujeng

Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima April 2016

Disetujui April 2016

Dipublikasikan Agustus 2016

Keywords:

Physics learning, problem solving skill, scientific attitude, multiple representation, e-scaffolding

Abstrak

Pembelajaran abad XXI mensyaratkan penggunaan teknologi komputer untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, termasuk pembelajaran Fisika pada jenjang SMA. Berdasarkan kerangka pembelajaran abad XXI dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) Level 2 kemampuan *problem solving* dan sikap ilmiah menduduki posisi penting dalam pembelajaran fisika. Artikel ini bertujuan memaparkan gagasan teori *scaffolding* dan inovasinya pada pembelajaran fisika untuk menghasilkan media pembelajaran fisika sebagai upaya meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa. Inovasi pembelajaran fisika dilakukan dengan mengembangkan *scaffolding* fisika berbasis komputer. *Scaffolding* fisika berbasis komputer atau disebut dengan *e-scaffolding* fisika dikembangkan dengan multi representasi sehingga mampu meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa. Untuk meningkatkan *problem solving skill*, *e-scaffolding* fisika disusun dengan komponen: 1) *problems*; 2) *resources*; 3) *related case*; 4) *scaffolding*; 5) *community*. Selama proses *problem solving* berlangsung melibatkan kognitif, mental dan emosional siswa dan mampu merubah sikap dan pandangannya terhadap fisika, sehingga sikap ilmiah siswa akan meningkat.

Abstract

21st century learning requires the use of computer technology to improve the quality of learning, including physics learning at senior high school level. Problem solving skills and scientific attitude are important in physics learning based on the 21st century learning framework and Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) Level 2. This paper purposed to explain the scaffolding theory and it is innovation in physics learning to produce physics instructional media as an effort to improve problem solving skills and scientific attitude of students. Physics learning innovation by developing physics scaffolding based on computer. Physics scaffolding based computer called physics e-scaffolding developed with multi representation so as to enhance students problem solving skills and scientific attitude. Improving problem solving skills, e-scaffolding physics arranged components: 1) problems; 2) resources; 3) related case; 4) scaffolding; 5) community. During the ongoing process of problem solving involves cognitive, mental and emotional students and is able to change the attitudes and views on physics, so the students scientific attitude will be increase.

PENDAHULUAN

Pendidikan bersifat dinamis selalu berkembang dan bersesuaian dengan kebutuhan dan tuntutan perkembangan zaman. Menghadapi era pasar bebas ASEAN, pendidikan memiliki peran penting dalam mempersiapkan peserta didik Indonesia agar memiliki sejumlah kompetensi yang diperlukan bagi kehidupan dan karirnya (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 69, 2013). Kompetensi yang diupayakan dalam pendidikan berdasarkan kemampuan abad XXI meliputi *life and career skills, learning and innovation skills, dan information media and technology skills* (Partnership for 21st Century, 2008).

Kompetensi yang harus dimiliki peserta didik Indonesia berdasarkan permendikbud nomor 69 tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMA/MA dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) diantaranya adalah *problem solving skill* dan sikap ilmiah. *Physics problem solving skill* tidak hanya diperlukan ketika peserta didik menjalani program belajar di sekolah tetapi, sebagian besar bidang pekerjaan mensyaratkan pekerjaannya memiliki kemampuan memecahkan masalah yang tinggi (Heller & Heller, 2010). Sikap ilmiah perlu dikembangkan dalam pembelajaran fisika sebagai dasar lulusan dalam mengintegrasikan pengetahuannya dengan aspek sosial. Sikap ilmiah merupakan faktor penting yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan karir peserta didik di masa depan (Sekar & Mani, 2013).

Pembelajaran fisika secara efektif terjadi apabila peserta didik belajar menyelesaikan tugas-tugas yang belum dipelajari namun masih berada dalam jangkauan kemampuannya. *Zone of proximal development* (ZPD) merupakan tingkat perkembangan sedikit di atas tingkat

perkembangan seseorang saat ini (Slavin, 2000). Kesulitan yang dialami peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan disebabkan tugas yang diberikan berada jauh di atas tingkatan ZPD-nya. Untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan pemahaman konsep fisika peserta didik perlu mendapatkan bantuan kognitif.

Scaffolding merupakan bantuan yang diberikan oleh teman sebaya atau orang dewasa yang lebih kompeten, dalam memberikan sejumlah bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengambil tanggung jawab yang semakin besar segera setelah ia mampu melakukannya sendiri. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan, memberikan contoh, dan lain-lain yang memungkinkan peserta didik tumbuh mandiri. *Scaffolding* juga dapat diterapkan dalam model, strategi, perangkat, media maupun desain lingkungan belajar yang memungkinkan peserta didik mendapatkan bantuan dalam menyelesaikan tugasnya.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terjadinya reformasi pada bidang pendidikan dalam pemanfaatan teknologi untuk membantu peserta didik. Teknologi komputer/*software* dapat diterapkan sebagai *scaffolding* dalam pembelajaran (Davis & Linn, 2000; Reiser *et al.*, 2001; Akaygun & Jones, 2013; Lakkala, Muukkonen, & Hakkarainen, 2005). Salah satu inovasi dalam pembelajaran fisika adalah *e-scaffolding* fisika dengan multi representasi untuk meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian studi kepustakaan. Konsep *e-scaffolding* fisika dibangun dari berbagai teori mengenai

scaffolding, e-learning, multi representasi, problem solving skill, dan sikap ilmiah. Berbagai sumber berupa jurnal, artikel, dan buku

dikumpulkan untuk membentuk kerangka teori *e-scaffolding* fisika sebagai media pembelajaran

yang digunakan untuk meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembelajaran Fisika

Hakikat fisika adalah 1) *a way of thinking*; 2) *a way of investigating*; 3) *a body of knowledge*; and 4) *science and its interaction with technology and society* (Chiappetta & Koballa, 2010). Fisika sebagai *way of thinking* bermula dari keinginan manusia untuk memahami apa yang terjadi di alam. Hal ini merupakan faktor yang mengubah sikap dan pandangan manusia terhadap alam. Sikap tersebut antara lain adalah sikap ingin tahu, sikap respek terhadap data/fakta, sikap berpikir kritis, sikap penemuan dan kreativitas, sikap berpikiran terbuka dan kerjasama, sikap ketekunan, dan sikap peka terhadap lingkungan sekitar. Sikap-sikap tersebut dikenal dengan sikap ilmiah. Fisika sebagai *way of investigating* merupakan kegiatan observasi, pengukuran, percobaan, dan eksperimen sebagai upaya

Pembelajaran fisika saat ini masih menekankan pada aspek produk. Aspek proses dan sikap masih terabaikan. Hal ini sesuai dengan hasil riset PISA dari tahun 2000 sampai tahun 2012 yang menyatakan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih rendah. *Problem solving skill* merupakan salah satu komponen yang termuat dalam literasi sains (Norish & Philips, 2003). Rendahnya hasil riset PISA terhadap kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia menunjukkan bahwa proses sains termasuk kemampuan *problem solving* fisika masih rendah.

Pembelajaran di kelas cenderung menekankan pada penguasaan konsep dan mengesampingkan kemampuan *problem solving* (Hoellwarth, *et al.*, 2005). Peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan kuantitatif sederhana tetapi tidak mampu menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks (Redish, 2004). Hal ini menyebabkan munculnya anggapan peserta didik bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit. Anggapan peserta

membuktikan kebenaran ilmiah. *Problem solving skill* diperlukan dalam proses memecahkan masalah melalui metode ilmiah. Fisika sebagai *body of knowledge* merupakan kumpulan fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori yang berkaitan dengan fenomena alam sebagai hasil dari proses pemecahan masalah.

Berdasarkan penjabaran di atas, fisika merupakan suatu proses untuk memecahkan masalah dan menemukan solusi tentang gejala alam. Proses tersebut berupaya menghasilkan suatu produk untuk menjelaskan dengan benar mengenai gejala yang terjadi. Proses yang terlibat antara lain membuat rencana, mengimplementasikan tindakan, menilai tindakan, dan mencipta pengetahuan baru sehingga mampu mengubah cara berpikir maupun sikap seseorang yang mempelajarinya. didik bahwa fisika merupakan mata pelajaran sulit menimbulkan sikap negatif terhadap fisika. Hal ini menurunkan sikap ingin tahu dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran di kelas.

Berdasarkan hasil beberapa riset mengenai pembelajaran fisika di atas, dibutuhkan suatu penguat atau bantuan kepada peserta didik untuk meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa sehingga mampu menghasilkan konstruksi pengetahuan yang utuh. Pembelajaran fisika dengan multi representasi sangat dianjurkan. Representasi matematis dan representasi gambar/diagram yang disajikan akan memperkaya pengetahuan siswa sehingga kemampuan memecahkan masalah siswa akan meningkat.

Representasi matematis memungkinkan dilakukannya analisis mendalam terhadap masalah yang dikaji dan memprediksi hal-hal yang mungkin terjadi berdasarkan model penalaran yang diajukan (Sherin, 2001). Penalaran kualitatif juga penting diterapkan dalam fisika. Peserta didik diharapkan

memperoleh pengetahuan secara kualitatif dan logis terhadap fenomena alam yang dihadapi dan menginterpretasikan pengetahuan yang dimiliki ke dalam representasi gambar dan diagram. Representasi gambar/diagram memberikan pemahaman fisika secara kualitatif dan lebih bermakna bagi peserta didik (Rosengrant, *et al.*, 2009).

B. Scaffolding

ZPD merupakan konsep dasar dari gagasan *scaffolding* (Daniels, 2001). Pada awalnya *scaffolding* diperkenalkan sebagai bantuan yang diberikan orang dewasa kepada anak-anak untuk memperoleh pengetahuan atau pemecahan masalah dalam lingkungan pembelajaran informal (Reiser, 2002). *Scaffolding* selanjutnya disesuaikan dengan peserta didik lebih luas dengan tujuan pembelajaran yang lebih beragam dalam pendidikan formal (Beed *et al.*, 1991; Dennen, 2004). *Scaffolding* diterapkan sebagai teknik mengubah level bantuan disepanjang proses pembelajaran oleh guru atau teman sebaya yang memiliki pemahaman lebih (Santrock, 2011).

Scaffolding merupakan dukungan bagi peserta didik baik pada ranah kognitif maupun afektif (Bean & Stevens, 2002; Dennen, 2004). Pada ranah kognitif *scaffolding* diterapkan dalam memfokuskan peserta didik pada informasi yang relevan atau aspek penting dalam sebuah masalah, mengembangkan *higher order thinking*, dan menyajikan strategi untuk memecahkan masalah. Sedangkan pada ranah afektif *scaffolding* menciptakan suasana yang jauh dari ancaman, lingkungan belajar yang menyenangkan, dimana peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang semula tidak dapat diselesaikannya sehingga peserta didik akan merasa nyaman dan menimbulkan sikap positif terhadap pembelajaran (Bean & Stevens, 2002).

Scaffolding dibedakan menjadi dua berdasarkan pelakunya, yaitu *human based scaffolder* dan *non human based scaffolding*. *Human based scaffolder* berperan dalam menyusun model tugas, manajemen lingkungan pembelajaran, dan memantau

aktivitas (Coltman, *et al.*, 2002). Sedangkan *non human based scaffolding* dapat berbentuk *scaffolding tool* seperti *flash card*, dan *scaffolding strategy* seperti *prompt* atau *question stem* (Davis, 2003).

ICT dapat diterapkan secara inovatif dalam setiap aktivitas belajar mengajar untuk mengembangkan proses ilmiah, mengembangkan pemahaman konsep, dan mendorong sikap positif terhadap ilmu pengetahuan (Suartama & Tastra, 2014). Suartama dan Tastra (2014) membagi fungsi pembelajaran elektronik terhadap kegiatan pembelajaran di kelas menjadi tiga macam yaitu: suplemen, komplemen, substitusi. *Scaffolding* berbasis ICT berfungsi sebagai komplemen yang mampu memberikan bantuan yang cukup dalam pembelajaran, memungkinkan peserta didik berhasil dalam *problem solving* tugas yang kompleks, dan memperluas jangkauan pengalaman dari apa yang sudah dipelajari (Davis & Linn, 2000; Edelson, *et al.*, 1999; Guzdial, 1994; Quintana, *et al.*, 1999).

Pengembangan dan penerapan teknologi baru dalam bidang pendidikan, seperti teknologi komputer, berimplikasi pada penerapan *scaffolding* berbasis teknologi komputer sebagai media pembelajaran (Chang *et al.*, 2001; Davis & Linn, 2000). Inovasi *scaffolding* berbasis ICT berdasarkan konsep *e-learning* menghasilkan *e-scaffolding* sebagai media pembelajaran (Phumeechanya & Wannapiroon, 2013; Galea, *et al.*, 2007). Penggunaan media *e-scaffolding* memiliki keuntungan mampu memanfaatkan berbagai multimedia yang memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan gaya belajar peserta didik dan tingkat perkembangan peserta didik yang berbeda. *E-scaffolding* dapat diolah dengan desain visual yang menarik sehingga meningkatkan minat siswa dalam belajar.

C. Problem Solving Skill

Jonassen (2004) menyebutkan problem adalah sesuatu yang tidak diketahui dari beberapa konteks, kedua problem solving berkaitan dengan menemukan atau menyelesaikan sesuatu yang tidak diketahui dan

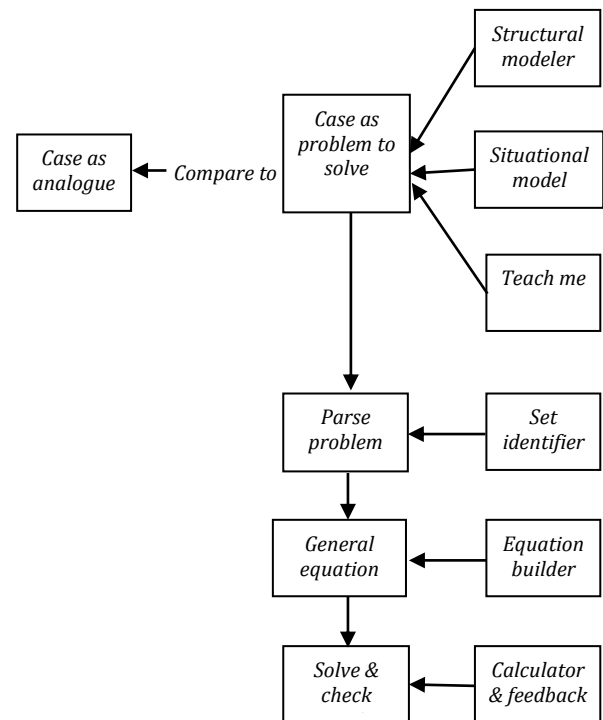
harus memiliki nilai sosial, budaya atau intelektual. Problem dibedakan berdasarkan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Problem disusun berdasarkan empat cara: *structuredness* (problem disusun secara terstruktur), *complexity* (problem mengandung banyak konsep), *dynamicity* (problem yang diberikan bersifat dinamis atau tidak berhenti pada satu solusi), dan *domain specificity* atau *abstracness* (problem yang diberikan spesifik pada satu bidang tertentu) (Jonassen, 2004).

Mayer dan Wittrock (1996) menyatakan bahwa *problem solving* merupakan suatu proses kognisi untuk mencapai tujuan ketika metode solusi tidak dirasakan jelas oleh pembahas masalah (Mayer & Wittrock, 1996). Gagne (1985) menyatakan bahwa *problem solving* merupakan proses menggunakan pengetahuan awal dan menghasilkan pengetahuan baru. Kemampuan memecahkan masalah merupakan salah satu dari delapan tujuan pembelajaran sebagai kemampuan berpikir tingkat tinggi (Angelo & Cross 1993). Jonassen (2011) berpendapat bahwa *problem solving* merupakan suatu pendekatan untuk menyelesaikan berbagai jenis problem. Berdasarkan pendapat ahli di atas *problem solving skill* merupakan suatu kemampuan yang relevan terhadap kesuksesan dalam pencapaian solusi dari berbagai jenis permasalahan.

Terdapat beberapa desain model untuk menggambarkan problem spesifik tertentu. Model-model tersebut adalah: 1) *story problem*; 2) *Decision-Making Problems*; 3) *Trobleshooting and diagnosis problem*; 4) *strategic-performanse problemi*; 5) *policy-analysis problems*; dan 5) *design problem* (Jonassen, 2011). *Story problem* merupakan model yang biasanya diterapkan pada pembelajaran fisika. Gambar 1 menunjukkan model untuk lingkungan pembelajaran story problem menurut Jonassen (2011).

Pemberian masalah dengan model *story problem* mengandung komponen: permasalahan, contoh bagaimana proses kerja penyelesaian masalah, dan analogi. Beberapa keterampilan

kognitif dalam problem solving yang dapat diperlukan dalam model *story problem* adalah: 1) *defining the problem: problem scemas*; 2) *analogically comparing problems*; 3) *understanding causal relationship in problems*; 4) *questioning strategies for supporting problem solving*; 5) *modelling problem*; dan 6) *arguing to learn to solve problems*.



Gambar 1. Model untuk *Story Problem Learning Environment* (Jonassen, 2011)

Problem solving sebagai suatu strategi penyelesaian masalah mempunyai konsekuensi bahwa *problem solving* harus melalui tahapan atau fase-fase tertentu dalam menyelesaikan permasalahan. Fase-fase problem solving menurut Adair (2007): 1) mendefinisikan masalah/tujuan, 2) menghasilkan pilihan-pilihan yang mungkin, dan 3) memilih solusi yang paling optimal. Pretz *et al.*, (2003) menyatakan bahwa proses problem solving membentuk suatu siklus yang mengandung langkah-langkah: 1) mengenali atau mengidentifikasi masalah, 2) mendefinisikan atau merepresentasikan masalah secara mental, 3) mengembangkan strategi pemecahan, 4) mengorganisasikan

pengetahuan tentang masalah, 5) mengalokasikan sumber-sumber mental dan fisik untuk pemecahan masalah, 6) memonitor perkembangan pemecahan masalahnya, dan 7) mengevaluasi pemecahan untuk keakuratan. Siklus tersebut bersifat deskriptif dan tidak berimplikasi bahwa semua pemecahan masalah mengikuti urutan tersebut, tetapi lebih cenderung fleksibel. Heller dan Heller (1999) membuat tahap-tahap *problem solving* melalui: 1) membuat prediksi (*prediction*), 2) menjawab pertanyaan metode (*method questions*), 3) mendesain peralatan (*equipment*); melakukan eksplorasi (*exploration*); melakukan pengukuran (*measurement*), 4) melakukan analisis (*analysis*), dan 5) membuat kesimpulan (*conclusion*). Tabel 1 merupakan indikator kemampuan memecahkan masalah.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Memecahkan Masalah (diadaptasi dari Wood *et al.*, 1997)

No	Indikator	Deskripsi
1	<i>Define the problem</i>	a. <i>Define what the problem state</i> b. <i>Sketch the problem</i> c. <i>Determine the given information</i> d. <i>Determine constrain</i> e. <i>Define criterion for judging final product</i>
2	<i>Explore the problem</i>	a. <i>Determine the real objective of the problem</i> b. <i>Examines issues involved</i> c. <i>Make reasonable assumption</i> d. <i>Guesstimate the answer</i>
3	<i>Plan the solution</i>	a. <i>Develop aplan to solve problem</i> b. <i>Map out sub-problem</i> c. <i>Select appropriate theory, principal, approach</i> d. <i>Determine info that need to be found</i>
4	<i>Implement the plan</i>	<i>Implement the plan</i>
5	<i>Check the solution</i>	<i>Check the solution</i>
6	<i>Evaluate/ Reflect</i>	a. <i>Is it reasonable?Dose it make sense?</i> b. <i>Were the assumption appropriate?</i> c. <i>How dose it compare to guesstimate?</i>

D. Sikap Ilmiah

Sebagai seorang pendidik, sikap ilmiah merupakan bagian yang harus diperhatikan dalam menilai hasil belajar. Kurikulum 2013 menyebutkan bahwa sikap dibagi menjadi dua, yakni sikap spiritual dan sikap sosial. Bahkan kompetensi sikap masuk menjadi kompetensi inti, yakni KI 1, untuk sikap spiritual dan KI 2 untuk sikap sosial. Hal itu mengisyaratkan bahwa baik KI 1 maupun KI 2 harus diajarkan dalam proses belajar mengajar, walaupun tidak berbentuk materi atau konsep yang harus disampaikan, namun harus terimplementasikan dalam proses belajar mengajar melalui pembiasaan dan keteladanan yang ditunjukkan oleh siswa melalui dampak pengiring dari pembelajaran.

Martin, *et al.*, (2005) mendefinikan sikap sebagai suatu kecenderungan mental terhadap orang, object, subyek, peristiwa dan sebagainya. Sikap ilmiah yang perlu dikembangkan siswa ada dua aspek yaitu sikap ilmiah pada ranah emosional dan sikap ilmiah pada ranah intelektual. Sikap ilmiah ranah emosional berasal dari rasa ingin tahu peserta didik untuk belajar dan memperoleh pengalaman baru. Sikap terakit dengan ilmu pengetahuan disebut dengan sikap ilmiah. Sikap bermula dari perasaan (suka atau tidak suka) yang dapat terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu atau objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nila-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki seseorang. Sikap dapat dibentuk sehingga terjadi perilaku atau tindakan yang diinginkan.

Bundu (2006), menyatakan sikap ilmiah dalam pembelajaran sains sering dikaitkan dengan sikap terhadap sains. Keduanya saling berhubungan dan mempengaruhi perbuatan. Sikap terhadap fisika, hanya sebatas suka atau tidak suka terhadap pembelajaran fisika, namun dapat memberikan kontribusi dalam pembentukan sikap ilmiah. Bundu (2006) mendefinisikan sikap ilmiah sebagai sikap terhadap objek dan kejadian di lingkungan sekitar sehingga akan mempengaruhi keinginan seseorang untuk ikut serta dalam kegiatan

tertentu dan cara seseorang merespon kepada orang lain, objek, atau peristiwa.

National Curriculum Council (Bundu, 2006) sikap ilmiah yang sangat penting dimiliki peserta didik pada semua tingkatan pendidikan sains yaitu: 1) ingin tahu; 2) mengharagai/ jujur; 3) menerima ketidakpastian; 4) refleksi kritis dan hati-hati; 5) tekun, ulet, dan tabah; 6) kreatif untuk penemuan baru; 7) berpikir terbuka; 8) sensitif terhadap lingkungan sekitar, dan 9) bekerjasama dengan orang lain.

E. Multiple Representasi

Penggunaan representasi dengan berbagai cara atau mode representasi untuk menemukan konsep dan menyelesaikan permasalahan disebut multiple representasi (Kozma, 2003; Kohl & Finkelstein, 2008). Penggunaan multi representasi dalam pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan membentuk pemahaman konsep yang baik (Ainsworth, 2006). Multi representasi tepat diterapkan dalam pembelajaran fisika karena membantu memahami permasalahan fisika, membangun jembatan antara representasi verbal dan matematis, dan memberikan gambaran kepada siswa terhadap simbol matematis yang diberikan.

Pada dasarnya fisika merupakan ilmu pengetahuan yang bersifat kualitatif. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi fisika berkembang menjadi ilmu yang bersifat kuantitatif. Untuk memahami fisika secara kuantitatif diperlukan matematika sebagai alatnya. Beberapa ahli menyatakan bahwa representasi matematis merupakan suatu pendekatan yang penting untuk memahami fisika (Greca & Moreira, 1997; Albe, *et al.*, 2001; Sherin, 2001).

Pemahaman kualitatif terhadap fisika dapat menggunakan representasi gambar/diagram. Suatu konsep akan menjadi lebih jelas ketika dapat direpresentasikan dalam bentuk gambar. Gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih bersifat

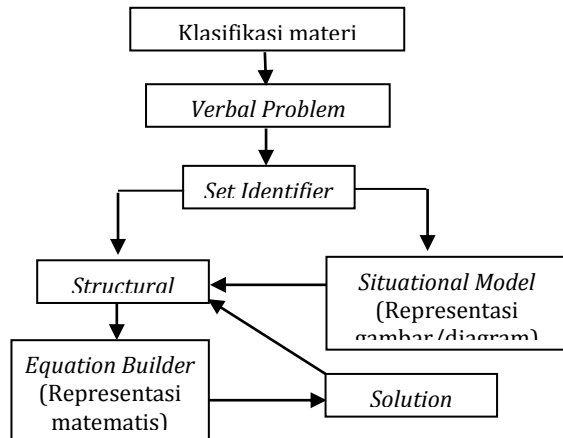
abstrak. Dalam fisika banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep), antara lain: diagram gerak, diagram bebas benda (*free body diagram*), diagram garis medan (*field line diagram*), diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*), diagram sinar (*ray diagram*), diagram muka gelombang (*wave front diagram*), diagram komputer keadaan (*energy state diagram*) (Smaldino, *et al.*, 2008).

F. E-Scaffolding sebagai Media Pembelajaran dengan Multiple Representasi

E-scaffolding sebagai media pembelajaran harus memenuhi beberapa aspek pembelajaran elektronik. Pengembangan media pembelajaran elektronik harus memenuhi aspek materi, aspek tampilan/layout, dan aspek pedagogi (Suartama & Tastra, 2014). Pengembangan media pembelajaran *e-scaffolding* perlu ditentukan ruang lingkup (Reiser B. J., 2004; Quintana, *et al.*, 2004), tingkatan (Collins, 2006), dan interaktivitas dari media yang dikembangkan (Lajoie, 2005; Oblinger, 2004). Ketika peserta didik mulai mencoba untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan mereka melalui interaksi dengan media pembelajaran *e-scaffolding*, desain media dikembangkan sehingga memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam penyelidikan produktif. Desain media yang perlu diperhatikan adalah: 1) tata letak (Mayer, 2009); 2) representasi (Podolefsky, *et al.*, 2009); 3) umpan balik (Pea R. D., 2004; Quintana, *et al.*, 2004); 4) jangkauan interaksi (Pea R. D., 2004; Podolefsky, *et al.*, 2010); dan 5) kasus spesifik yang menarik.

Berdasarkan uraian di atas *e-scaffolding* yang dikembangkan harus memuat permasalahan yang harus dipecahkan peserta didik. Permasalahan itu berupa *story problem*. *E-scaffolding* juga harus kaya materi yang menarik dan dapat diakses oleh peserta didik untuk menambah pengetahuan dan antusias siswa terhadap fisika. *Resources* berisi link-link ataupun materi terkait yang dapat digunakan peserta didik sebagai sumber belajar sesuai dengan ruang lingkup yang telah ditentukan.

Aplikasi dan analogi yang menarik dalam kehidupan sehari-hari disampaikan untuk menjembatani peserta didik selama proses *problem solving* berlangsung. *Related case* berisi contoh aplikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 2. Struktur *Scaffolding* pada *Story Problem*

Scaffolding berupa bantuan yang dapat diakses oleh peserta didik untuk menyelesaikan berbagai *problem* yang diberikan harus dijabarkan secara jelas dan detail. Gambar 2

merupakan struktur *scaffolding* yang dapat diberikan kepada peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Untuk meningkatkan rasa ingin tahu, terbuka dan bekerjasama diperlukan suatu forum untuk antar peserta didik saling berdiskusi. *Community* merupakan wadah ataupun ruang yang dapat digunakan peserta didik untuk saling bertukar pendapat atau berdiskusi.

Penerapan *e-scaffolding* fisika dengan multi representasi diharapkan mampu meningkatkan kemampuan *problem solving* siswa yaitu: 1) *define the problem*; 2) *explore the problem*; 3) *plan the solution*; 4) *implement the plan*; 5) *check the solution*; dan 6) *evaluate/reflect*. Selama proses *problem solving* berlangsung peserta didik akan menggunakan sikap ilmiah yang dimilikinya, sehingga sikap ilmiah peserta didik dapat meningkat yaitu sikap: 1) ingin tahu; 2) mengharagai/ jujur; 3) menerima ketidakpastian; 4) refleksi kritis dan hati-hati; 5) tekun, ulet, dan tabah; 6) kreatif untuk penemuan baru; 7) berpikir terbuka; 8) sensitif terhadap lingkungan sekitar, dan 9) bekerjasama dengan orang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

E-scaffolding fisika dapat diterapkan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa. *E-scaffolding* sebagai media pembelajaran fisika dengan multi representasi terdiri dari komponen: 1) *problems*; 2) *resources*; 3) *related case*; 4) *scaffolding*; dan 5) *community*. Latihan penyelesaian masalah dalam *problem* berbentuk *story problem*. Sumber belajar yang menarik termuat dalam *resource*. Contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari terdapat pada *related case*. Strategi penyelesaian masalah dalam *scaffolding* disajikan dengan multi representasi. Akses berdiskusi antar peserta didik difasilitasi dalam *community*.

Saran bagi pembaca dan peneliti khususnya praktisi pendidikan adalah aktualisasi pengembangan media pembelajaran dalam bentuk *e-scaffolding* fisika yang menarik dan berkualitas. Media ini diharapkan dapat diterapkan pada pembelajaran fisika sehingga dapat meningkatkan *problem solving skill* dan sikap ilmiah siswa untuk mempersiapkan generasi penerus bangsa yang kompeten. Sehingga, baik secara langsung maupun tidak langsung pendidikan fisika dapat berperan dalam pembentukan anak bangsa yang bersaing dalam perkembangan zaman yang semakin modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Adair, Jhon. 2007. Decision Making & Problem Solving Strategies. London: Kogan Page.
- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations. *Learning and Instruction* 16 (3), 183-198.
- Akaygun, S., & Jones, L. L. 2013. How Does Level of Guidance Affect Understanding When Students Use a Dynamic Simulation of Liquid-Vapor Equilibrium? In I. Devetak, & S. A. Glazar, Active Learning and Understanding in the Chemistry Classroom. Springer.
- Albe, V., Venturini, P., & Lascours, J. 2001. Electromagnetic Concepts in Mathematical Representation of Physics. *Journal of Science Education and Technology, Springer Verlag (Germany), 2001, 10 (2), pp. 197-203.*
- Angelo, Thomas A., & Cross, K. P. 1993. Classroom Assessment Techniques - A Handbook for College Teachers (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bean, T. W., & Stevens, L. P. 2002. Scaffolding reflection for preservice and inservice teachers. *Reflective Practice, 3(2), 205-218.*
- Beed, P. L., Hawkins, E. M., & Roller, C. M. 1991. Moving Learners Toward Independence: The Power of Scaffolded Instruction. *The Reading Teacher, 44(9), 648-655.*
- Bundu, P. 2006. Penilaian Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains SD. Jakarta: Depdiknas.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, S. F. 2001. Learning Through Computer-Based Concept Mapping with Scaffolding Aid. *Journal of Computer Assisted Learning, 17(1), 21-33.*
- Chiapetta, L.E., & Koballa, R.T. 2010. Science Instruction in The Middle and Secondary Schools Developing Fundamental Knowledge and Skills. New York: Pearson Education, Inc.
- Collins, A. 2006. Cognitive Apprenticeship. In R. Sawyer (Ed.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge: Cambridge University Press.
- Coltman, P., Petyaeva, D., & Anghileri, J. (2002). Scaffolding learning through meaningful tasks and adult interaction. *Early Years, 22(1), 39-49.*
- Daniels, H. 2001. Vygotsky and Pedagogy. New York: Routledge/Falmer.
- Davis, E. A. 2003. Prompting middle school science students for productive reflection: Generic and directed prompts. *The Journal of the Learning Sciences, 12(1), 91-142.*
- Davis, E. A., & Linn, M. C. 2000. Scaffolding Students' Knowledge Integration: Prompts for Reflection in KIE. *International Journal of Science Education, 22(8), 819-837.*
- Dennen, V. P. 2004. Cognitive Apprenticeship in Educational Practice: Research on Scaffolding, Modeling, Mentoring, and Coaching as Instructional Strategies. In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of Research on Educational Communications and Technology (2nd ed., pp. 813-828). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. 1999. Addressing The Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *The Journal of the Learning Sciences, 8, 391-450.*
- Gagne, R. 1985. The Conditions of Learning (4th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Galea, V., Stewart, T., & Steel, C.H. 2007. Challenge FRAP: An E-learning Tool Used to Scaffold Authentic Problem-Solving Processes. In *ICT: Providing Choices for Learners and Learning. Proceedings Ascilite Singapore 2007.*
- Greca, I., and Moreira, M. A. 1997. The kind of mental representation models, propositions and images used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education 19: 711-724.*
- Guzdial, M. 1994. Software-Realized Scaffolding to Facilitate Programming for Science Learning. *Interactive Learning Environments, 4, 1-44.*
- Heller, K., & Heller, P. 1999. Problem-Solving Labs. Introductory Physics I Mechanics.

- Cooperative Group problem-solving in physics.
- Heller, K., & Heller, P. 2010. Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual. U.S. Departement of Education: University of Minnesota.
- Hoellwarth, C., Moelter, M. J., & Knight, R. D. 2005. A Direct Comparison of Conceptual Learning and Problem Solving Ability in Traditional and Studio Style Classrooms. *American Journal of Physics*, 73, 459 (2005).
- Jonassen, D.H. 2011. Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments. New York: Routledge.
- Jonassen, D.H., 2004. Learning to Solve Problems An Instructional Design Guide. San Fransisco: Pfeiffer.
- Kohl, P. B. & Finkelstein, N. D. 2008. Patterns of multiple representation use by experts and novices during physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 4 (1), 010111.
- Kozma, R. B. 2003. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction* 13 (2), 205-226.
- Lajoie, S. P. 2005. Extending the Scaffolding Metaphor. *Instructional Science*, 33.5(6), 541-557.
- Lakkala, M., Muukkonen, H., & Hakkarainen, K. 2005. Patterns of scaffolding in computer mediated collaborative inquiry. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 13(2), 281-300.
- Martin, R, Sexton, C, Franklin, T & Gerlovich, J. 2005. Teaching Science for All Children. Boston: Pearson Education, Inc.
- Mayer, R. E. 2009. Multimedia Learning. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. and Wittrock, M.C. 1996. Problem Solving Transfer. In D.C. Berliner and R.C. Calfee (Eds.). Handbook of educational psychology (pp.47-62). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Menteri. 2013. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 69, Tahun 2013, tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah.
- Norris, S.P. & Phillips, L.M. 2003. How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education Volume 87 Issue 2:224-240*.
- Oblinger, D. G. 2004. The next generation of educational engagement. *Journal of interactive media in education*, 2004 (1).
- Partnership for 21st Century. 2008. 21st Century Skills, Education, Competitiveness.
- Pea, R. D. 2004. The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423-451.
- Phumeechanya, N., & Wannapiroon, P. 2013. Development of a Ubiquitous Learning System with Scaffolding and Problem-Based Learning Model to Enhance Problem-Solving Skills and ICT Literacy. *International Journal of e Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, Vol. 3, No. 3, June 2013.
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. 2009. Computer simulations to classrooms: tools for change. *Physics Education Research Conference. AIP*.
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. 2010. Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 020117.
- Pretz, J.E., Naples, A., & Sternberg, R.J. 2003. Recognizing, Defining, and Representing Problems dalam Davidson & Sternberg (Eds). The Psychology of Problem Solving. Cambridge: Cambridge University Press.
- Quintana, C., Eng, J., Carra, A., Wu, H.-K., & Soloway, E. 1999. Symphony: A case study in extending learner-centered design through process space analysis. *The Proceedings of CHI 99 Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 473-480).

- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., et al. 2004. A Scaffoldign Design Framework for Software to Support Science Inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.
- 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 2004*.
- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273-304.
- Reiser, B. J., Tabak, I., Sandoval, W. A., et al. 2001. BGuILE: Strategic and conceptual scaffolds for scientific inquiry in biology classrooms. In S. M. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 263-305). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Reiser, B.J. 2002. Why Scaffolding Should Sometimes Make Tasks More Difficult for Learners?. *Proceedings of CSCL 2002*.
- Rosengrant, D., Etkina, E., & Heuvelen, A.V. 2009. Do Students Use And Understand Free-Body Diagrams. *Journal Physics Education Research, Volume 1, No.01.40*.
- Sekar, P., & Mani, S. 2013. Science Attitude of Higher Secondary Biology Students. *Indian Journal of Applied Research*, 3(9), 178-179.
- Sherin, G. 2001. How Students Understand Physics Equations. *Journal Cognition and Instruction*, 19(4), 479-541.
- Slavin, R. E. 2000. *Educational Psychology: Thoery and Practice* (6th ed.). Boston: Allyn and Bacon Publisher.
- Suartama, I. K., & Trasta, I. D. K. (2014). *E-learning Berbasis Moodle*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Woods D.R., Hrymak, A.N., Marshall, R.R., et al. 1997. Developing Problem Solving Skill: The Mc Master Problem Solving Program. *ASEE Journal of Engeneering Education*, 86, 2, 75-91.