

**PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN MALCOLM'S MODELING  
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS  
DAN MOTIVASI BELAJAR SISWA**

Syarifah<sup>1)</sup>, Yosaphat Sumardi<sup>2)</sup>  
NEUTRON Yogyakarta<sup>1)</sup>, Universitas Negeri Yogyakarta<sup>2)</sup>  
syifaayeayo@gmail.com<sup>1)</sup>, syosapat@yahoo.com<sup>2)</sup>

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan model pembelajaran fisika berbasis Malcom's Modeling Method yang layak digunakan di sekolah, dan (2) mengetahui apakah model pembelajaran fisika berbasis Malcom's Modeling Method dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Penelitian ini termasuk dalam ranah penelitian dan pengembangan (R&D). Prosedur pengembangan mengadaptasi dari prosedur pengembangan yang dikembangkan oleh Borg & Gall dengan langkah-langkah meliputi (1) penelitian dan pengumpulan data, (2) perencanaan, (3) pengembangan bentuk awal produk, (4) uji coba lapangan awal, (5) revisi hasil uji coba lapangan awal, (6) uji coba lapangan, (7) revisi hasil uji coba lapangan dan (8) diseminasi. Subjek uji coba lapangan awal terdiri atas 36 siswa kelas X MIA 6 di SMA N 7 Yogyakarta. Subjek uji coba lapangan pada kelas eksperimen terdiri atas 36 orang siswa kelas X MIA 1 dan pada kelas kontrol terdiri atas 34 orang siswa kelas X MIA 5 di SMA N 7 Yogyakarta. Instrumen pengumpulan data menggunakan soal untuk mengukur keterampilan berpikir kritis, angket untuk mengukur motivasi belajar, angket respon siswa dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Teknik analisis data menggunakan uji MANOVA dengan taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Malcom's Modeling Method ditinjau dari sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung dan dampak instruksional dan pengiring layak digunakan di sekolah dengan kategori sangat baik. Hasil uji MANOVA menunjukkan model Malcom's Modeling Method dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa pada taraf signifikansi 5%.

**Kata Kunci:** *Malcom's Modeling Method*, keterampilan berpikir kritis, motivasi belajar.

***DEVELOPING A PHYSICS INSTRUCTION MODEL BASED ON MALCOLM'S MODELING  
TO IMPROVE CRITICAL THINKING SKILLS AND LEARNING MOTIVATION***

***Abstract***

*This research aims to (1) develop a physics instruction model based on Malcolm's modeling method, which is eligible for school and (2) reveal if the physics instruction model based on Malcolm's modeling method can develop the critical thinking skills and learning motivation of students. This research is research and development (R&D) adapting the developmental procedure of Borg and Gall consisting, of (1) research and information collecting, (2) planning, (3) developing preliminary form of product, (4) preliminary field testing, (5) main product revision, (6) main field testing, (7) operational product revision, and (8) disseminating. The subjects of the preliminary field testing were 36 students of class X MIA 6, SMA N 7 Yogyakarta. The subjects of main field testing were 36 students of class X MIA1 as the experiment class and 34 students of class X MIA 5 as the control class in SMA N 7 Yogyakarta. The data were collected using a test to measure the critical thinking, questionnaires to measure the learning motivation of the students, student response questionnaires and observation sheet. The data were analyzed using MANOVA with the significance level of 5%. The result of this research shows that the physics instruction model based on Malcolm's modeling method in terms of syntax, social system, principles of reaction, support system, instructional and nurturant effect is eligible for the school which is in a very good category according to the validator. The result of MANOVA shows that the model can be used to develop critical thinking skills and learning motivation*

**Keywords:** *Malcolm's Modeling Method*, critical thinking skills and learning motivation.

## PENDAHULUAN

Tantangan Abad ke-21 berupa pemenuhan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas dapat dilakukan melalui jalur pendidikan. Kualifikasi SDM berkualitas yang dibutuhkan untuk menghadapi abad ke 21 salah satunya adalah memiliki keterampilan berpikir kritis. Pembelajaran di sekolah memiliki peran yang sangat penting atas keberhasilan pembentukan SDM berkualitas. Oleh karena itu, pemilihan model pembelajaran yang tepat merupakan suatu keharusan agar tujuan yang diinginkan dapat terwujud.

Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan berpikir berupa hasil pemikiran yang reflektif untuk fokus terhadap apa yang dipercaya dan dilakukan jika dihadapkan pada suatu masalah (Ennis, 2011, p.1). Keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk dilatih dan dikembangkan pada siswa. Siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis akan mampu membuat keputusan dan menyelesaikan suatu masalah, baik di sekolah, kehidupan pribadi, maupun di lingkungan kerja nantinya. Para pemikir kritis ini, diharapkan sebagai agen perubahan dan jawaban atas tantangan abad ke-21 yang mampu membawa negara ini ke arah masa depan yang lebih baik.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) tahun 2011 dan *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2012, kemampuan siswa Indonesia berada jauh di bawah rata-rata internasional (TIMSS & PIRLS, 2011, p.4; OECD, 2012, p.5). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia masih berada pada level kognitif rendah dan belum memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis.

Fisika sebagai ilmu yang mempelajari tentang fenomena alam dapat digunakan sebagai sarana untuk melatih keterampilan berpikir kritis melalui penerapan metode ilmiah. Akan tetapi, berdasarkan hasil observasi di sekolah, pembelajaran fisika masih bersifat verifikasi atau pembuktian konsep. Konsep yang akan ditemukan oleh siswa sudah diketahui sebelumnya. Siswa disajikan permasalahan, landasan teori dan langkah-langkah percobaan yang lengkap dan sistematis dan tabel data hasil percobaan. Siswa tidak melaksanakan tahap dari metode ilmiah secara keseluruhan yakni pada tahap identifikasi masalah, merumuskan hipotesis, merancang

langkah kerja dan menganalisis data. Oleh karena itu, keaktifan dan keterlibatan siswa kurang sehingga tidak dapat melatih siswa dalam menggunakan keterampilan berpikirnya secara optimal. Selain itu, eksperimen verifikasi kurang menantang dan tidak menarik bagi siswa sehingga menyebabkan rendahnya motivasi belajar fisika.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu diterapkan model pembelajaran yang melibatkan keaktifan dan seluruh potensi yang ada pada siswa selama kegiatan pembelajaran untuk menemukan konsep-konsep fisika. Model pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme dapat dijadikan sebagai solusi. Pendekatan konstruktivisme memandang bahwa pengetahuan tidak dapat ditransfer secara langsung dari pendidik kepada siswa, namun siswa diberi kesempatan untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuan dengan bantuan pendidik dan pengetahuan awal yang telah dimiliki oleh siswa. Salah satu metode pembelajaran yang mencirikan pendekatan konstruktivisme adalah Malcolm's *modeling method* (metode pemodelan Malcolm).

Kajian terkait keefektifan penerapan metode pemodelan pada pembelajaran fisika di Indonesia masih jarang dan belum pernah diterapkan di SMA N 7 Yogyakarta. Penelitian yang pernah dilakukan terkait metode pemodelan dilakukan oleh Sujarwanto. Penelitian yang dilakukan mengaitkan antara metode pemodelan dengan keterampilan pemecahan masalah siswa SMA (Sekolah Menengah Atas). Hasil penelitian menunjukkan kemampuan pemecahan masalah siswa yang belajar menggunakan metode pemodelan lebih baik dibandingkan kelas tradisional (Sujarwanto, 2014, p.75). Penelitian yang mengaitkan *Malcolm's modeling method* dengan keterampilan berpikir kritis belum pernah dilakukan.

Malcolm's *modeling method* terdiri atas dua tahap utama yakni *model development* (konstruksi model) dan *model deployment* (penerapan model). Pengertian model dalam konteks ini adalah representasi konseptual dari sistem dan proses fisika yang dapat diwujudkan dalam bentuk matematis maupun non matematis (Meltzer & Shaffer, 2011, p.28). Pada tahap konstruksi model, siswa secara aktif terlibat dalam keseluruhan tahap metode ilmiah meliputi merumuskan hipotesis, merancang langkah kerja, menganalisis data dan menyimpulkan. Pada tahap penerapan model, siswa mengaplikasikan model yang telah diperoleh untuk menjelaskan fenomena dan menyelesaikan persoalan fisika.

Pada tahap ini, siswa dapat mengetahui manfaat dari apa yang telah dipelajari. Penyajian manfaat dari materi yang sedang dipelajari oleh siswa dapat mengembangkan motivasi belajar siswa (Schunk *et al*, 2010, p.65). Oleh karena itu, Malcolm's *modeling method* memungkinkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa.

Keutamaan dari pembelajaran *modeling* atau *modeling method* dibandingkan pembelajaran tradisional adalah dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika (Liang *et al*, 2012, p.114) dan hasil belajar siswa (Dye *et al*, 2013, p.1; Jackson, 2008, p.16). Selain itu, pembelajaran *modeling* dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa (Sujarwanto, 2013, p.65).

Malcolm's *modeling method* dalam pelaksanaannya melibatkan siswa secara mandiri dalam seluruh tahap pembelajaran dan memerlukan waktu yang cukup lama karena seluruh kegiatan dilaksanakan secara berkelompok di sekolah (Wells *et al*, 1995, p.24). Oleh karena itu, Malcolm's *modeling method* dapat dimodifikasi menjadi sebuah model pembelajaran dengan langkah-langkah yang prosedural dan sistematis yang disesuaikan dengan karakteristik siswa yang belum terbiasa melaksanakan pembelajaran konstruktivisme dan alokasi waktu yang tersedia di sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dikembangkan model pembelajaran fisika berbasis

Malcolm's *modeling method* (MPF-BM3) yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Keberhasilan model pembelajaran fisika berbasis Malcolm's *modeling method* dalam mencapai tujuan yang diinginkan sangat ditentukan oleh kesiapan pendidik sebagai pelaksana pembelajaran di kelas. Oleh karena itu, model pembelajaran itu dapat dituangkan dalam bentuk buku panduan model yang berfungsi sebagai panduan pendidik dalam melaksanakan pembelajaran dengan model pembelajaran fisika berbasis Malcolm's *modeling method* dan di dalamnya memuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKPD).

Sebuah model pembelajaran dikembangkan berdasarkan teori belajar tertentu dan terdiri atas unsur sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung serta dampak instruksional dan pengiring (Rusman, 2011, p.136, Eggen & Kauchak, 2012, p.7). MPF-BM3 sebagai sebuah model pembelajaran dikembangkan berdasarkan teori belajar teori belajar Jean Piaget, teori belajar Vygotsky dan teori belajar bermakna David Ausubel. Sintaks MPF-BM3 memodifikasi sintaks dari Malcom's *modeling* menjadi lebih terbimbing yang ditujukan untuk siswa yang belum terbiasa melaksanakan pembelajaran konstruktivisme. Perbedaan sintaks dari Malcom's *modeling* dan MPF-BM3 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komparasi Modeling Method dan MPF-BM3

Modeling Method	Aktivitas		MPF-BM3	Aktivitas	
	Sintaks	Guru		Siswa	Sintaks
Model <i>development</i>			Orientasi model	√	√
			Konstruksi model	√	√
		√	Diskusi penemuan model		√
Model <i>Deployment</i>			Penerapan model		√
		√	Diskusi penerapan		√

Tahap orientasi model merupakan pengembangan sintaks dari Malcolm's *modeling method*. Pada tahap ini, siswa disajikan sebuah permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sebagai sarana bagi siswa untuk bertanya dan merumuskan hipotesis. Tahap ini dilandasi oleh teori belajar bermakna yang membantu siswa mengaitkan antara pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru yang akan dipelajari melalui penyajian fenomena atau masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Tahap konstruksi model dan diskusi penemuan model merupakan pengembangan tahap *model deployment* dari Malcolm's *modeling method*. Tahap konstruksi model dari MPF-BM3, siswa merancang eksperimen dengan melengkapi langkah kerja yang telah disediakan oleh guru. Sedangkan tahap *model development* dari Malcolm's *modeling method* siswa merancang langkah kerja secara mandiri tanpa bantuan guru dan mempresentasikan rancangan yang telah dibuat. Modifikasi ini ditujukan untuk siswa yang belum terbiasa melaksanakan pembel-

ajaran konstruktivisme. Modifikasi ini dilandasi oleh teori belajar Jean Piaget dan Vygotsky yakni pembentukan pengetahuan melalui proses asimilasi dan akomodasi (Pritchard, 2014, p.21) membutuhkan peran interaksi sosial yang turut menentukan keberhasilan pembelajaran melalui bimbingan orang yang lebih kompeten (McGregor, 2007, p.58). Tahap diskusi penemuan model merupakan bentuk evaluasi dari kegiatan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

Tahap penerapan model dan diskusi penerapan model merupakan bentuk pengembangan tahap *model deployment* dari Malcolm's *modeling method*. Tahap penerapan model dari MPF-BM3, siswa melaksanakan penerapan model secara berkelompok di sekolah dan secara individual di rumah dalam bentuk penugasan. Sedangkan tahap *model deployment* dari Malcolm's *modeling method*, siswa melaksanakan penerapan model secara keseluruhan di sekolah. Modifikasi ini didasarkan pada alokasi waktu pembelajaran yang tersedia di sekolah dan dilandasi oleh teori belajar Vygotsky yakni *scaffolding*, dimana penugasan secara individu merefleksikan siswa sebagai pembelajar mandiri setelah memperoleh bimbingan di sekolah. Tahap diskusi penerapan model merupakan bentuk evaluasi dari kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan pada tahap sebelumnya.

Sistem sosial yang digunakan pada MPF-BM3 adalah interaksi dua arah. Setiap tahap dari MPF-BM3 menunjukkan adanya interaksi antara pendidik dan siswa serta antara siswa dengan siswa. Interaksi pendidik dan siswa terjadi pada seluruh tahap MPF-BM3. Tahap "orientasi model", pendidik memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya saat disajikan sebuah fenomena. Interaksi pendidik dan siswa pada tahap "konstruksi model" terjadi saat siswa menemukan kesulitan selama kegiatan pembelajaran dan pendidik berkewajiban membimbing dan mengarahkan siswa agar tidak frustrasi. Peran pendidik hanya bersifat sebagai fasilitator dalam setiap tahap pembelajaran. Pada tahap "penerapan model", pendidik memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya jika terdapat hal yang belum dimengerti. Pada tahap "diskusi penemuan model" dan "diskusi penerapan model", pendidik bertugas membenarkan dan meluruskan jawaban siswa yang keliru.

Prinsip reaksi dari MPF-BM3 meliputi (1) pendidik harus merespon dengan baik pertanyaan siswa. Respon tersebut dapat berupa jawaban langsung atau jawaban tidak langsung berupa

pertanyaan atau pernyataan yang sifatnya membimbing dan mengarahkan saat pertanyaan siswa berkaitan dengan penemuan model, (2) pendidik memberikan apresiasi saat siswa menjawab pertanyaan yang diajukan dengan tepat, (3) pendidik memberikan apresiasi saat jawaban siswa keliru dan meluruskan jawaban siswa, dan (4) pendidik harus bisa menguasai kondisi di dalam kelas dengan baik sehingga pembelajaran yang kondusif dapat terlaksana.

Sistem pendukung MPF-BM3 adalah fenomena fisika yang mengandung masalah menarik sehingga mendorong rasa ingin tahu siswa. Fenomena yang disajikan harus dapat menghubungkan antara apa yang telah diketahui dan akan dipelajari oleh siswa. Ketepatan fenomena yang disajikan akan sangat menentukan keberhasilan penerapan MPF-BM3. Sistem pendukung lainnya adalah materi ajar, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Siswa (LKPD), kit percobaan dan alat evaluasi. RPP merupakan pedoman pendidik dalam melaksanakan MPF-BM3. LKPD merupakan pedoman siswa yang berisi bimbingan dan arahan tertulis saat melaksanakan tahap "konstruksi model". Kit percobaan adalah alat dan bahan yang diperlukan untuk menguji hipotesis berdasar pada masalah yang diajukan. Alat evaluasi digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa menggunakan MPF-BM3.

Dampak instruksional yang ingin dicapai menggunakan MPF-BM3 adalah peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) dan motivasi belajar siswa. Dampak pengiring MPF-BM3 adalah keterampilan pemecahan masalah (*problem solving*), kemampuan berkomunikasi, rasa ingin tahu, kemandirian dan kerjasama.

Keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu keterampilan yang ingin ditingkatkan menggunakan MPF-BM3 merupakan pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang dipercaya dan dilakukan (Ennis, 2011, p.1). Oleh karena itu, berpikir kritis merupakan pemikiran yang fokus pada pengambilan suatu keputusan

Aktivitas berpikir termasuk berpikir kritis dirangsang oleh adanya suatu stimulus. Stimulus tersebut berupa suatu permasalahan yang harus diselesaikan. Cotrell (2005, p.3) dan Starkey (2010, p.vii) menjelaskan bahwa berpikir kritis berhubungan dengan *reasoning* atau berpikir rasional yakni penyelesaian suatu masalah berdasarkan alasan-alasan yang logis. Pemikir kritis berusaha untuk mengajukan pertanyaan dan mencari solusi dari permasalahan yang

dihadapi. Dengan kata lain, berpikir kritis melibatkan kemampuan pemecahan masalah.

Trilling & Fadel mendefinisikan keterampilan berpikir kritis sebagai kemampuan menganalisis, menginterpretasikan, mengevaluasi dan mensintesis informasi. Hasil sintesis informasi selanjutnya digunakan untuk menyelesaikan masalah (Trilling & Fadel, 2009, pp.51-52). Siswa yang berpikir kritis mampu mengemukakan alasan dengan tepat, menganalisis bagaimana bagian dari suatu sistem berinteraksi dan terkait satu sama lain dan mampu membuat keputusan. Berdasarkan uraian tersebut, keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi, berupa hasil pemikiran yang reflektif dan logis yang diwujudkan dalam bentuk pengambilan keputusan dan tindakan yang tepat. Pengambilan keputusan melibatkan kemampuan mendefinisikan masalah, mengumpulkan informasi/data, menganalisis dan mensintesis. Penentuan tindakan diwujudkan dalam bentuk kemampuan mencari solusi sebuah masalah dan memutuskan hal-hal yang akan dilakukan. Oleh karena itu, indikator keterampilan berpikir kritis yang diukur pada penelitian ini adalah keterampilan menganalisis, menggeneralisasi, mencari solusi sebuah masalah dan memutuskan hal-hal yang dilakukan.

Keterampilan berpikir kritis dapat dilatih dan dikembangkan melalui pembelajaran di sekolah dimana pendidik memiliki peran utama (Fahim & Nazari, 2012, pp.84). Keterampilan berpikir kritis tersebut selanjutnya sangat berpengaruh terhadap prestasi belajar peserta didik (Lunenburg, 2011, pp.1). Oleh karena itu, pemahaman mengenai indikator keterampilan berpikir kritis penting untuk dapat menerapkan model, strategi dan taktik yang tepat dalam kegiatan pembelajaran. Indikator keterampilan berpikir kritis meliputi menganalisis, mensintesis, mengevaluasi dan mengemukakan alasan dapat ditingkatkan melalui latihan mengevaluasi, menganalisis, mensintesis dan mengemukakan alasan secara individual (Thomas, 2011, pp.26). Selain itu, merefleksikan pentingnya materi ajar yang dipelajari dan menghubungkan materi yang dipelajari dengan aplikasi dalam kehidupan nyata dapat dijadikan sebagai strategi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Alexander *et al*, 2010: 409).

Keterampilan berpikir kritis dapat dilatih dan dikembangkan melalui pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dan lebih mengutamakan proses daripada produk (Snyder & Snyder, 2008, p.90; Thompson, 2011, p.1;

Valdez *et al*, 2015, p.139). Pembelajaran aktif yang melibatkan siswa dalam mendesain eksperimen, menguji prediksi, membuat hipotesis, mengontrol variabel akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis meliputi menginterpretasikan, menganalisis, menginferensi dan menjelaskan (Chancaichaovivat, 2009, p.424). Pembelajaran aktif tersebut akan melatih keterampilan berpikir siswa dalam setiap tahap pembelajaran (Kalelioglu & Gulbahar, 2014, p.257).

Motivasi belajar sebagai dampak kedua yang ingin ditingkatkan menggunakan MPF-BM3 didefinisikan sebagai dorongan yang terdapat dalam diri individu untuk berusaha mengadakan perubahan tingkah laku yang lebih baik dalam memenuhi kebutuhannya (Uno, 2014, p.3). Motivasi berasal dari kata motif yang digunakan untuk menjelaskan alasan seseorang melakukan kegiatan (Brophy, 2010, p.3). Motivasi adalah proses dimana aktivitas berorientasi tujuan di pertahankan dan dilaksanakan secara konsisten (Schunk, Pintrinch & Meece, 2010, p.4).

Motivasi sebagai suatu dorongan untuk berbuat sesuatu sangat menentukan keberhasilan seseorang. Keberhasilan tersebut bagi siswa adalah berupa hasil belajar yang baik, prestasi dan lain-lain. Hasil belajar yang baik akan dicapai jika siswa memiliki dorongan yang kuat untuk belajar atau memiliki motivasi belajar. Motivasi belajar adalah dorongan internal dan eksternal pada siswa yang sedang belajar untuk mengadakan perubahan tingkah laku (Uno, 2014, p.23).

Komponen motivasi belajar yang diukur pada penelitian ini dibatasi pada motivasi belajar komponen nilai dan pengharapan. Komponen motivasi nilai mendeskripsikan keterlibatan seseorang dalam kegiatan belajar atau mampu merasakan manfaat dari apa yang dipelajari. Komponen motivasi pengharapan mendeskripsikan kepercayaan dalam menyelesaikan suatu tugas belajar.

Terdapat berbagai pendekatan dan strategi pembelajaran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa yakni (1) pembelajaran aktif (Soltanzadeh, 2013, p.127), (2) pembelajaran yang membantu siswa mengaitkan antara informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki pada struktur kognitif (Shihusa & Keraro, 2009, p.419), (3) pembelajaran yang menghubungkan materi pembelajaran dengan kehidupan siswa, menyajikan kesempatan berhasil, mengapresiasi usaha siswa dan mengutamakan interaksi sosial dalam pembelajaran di kelas (Blazer, 2010, p.9), (4) pembel-

ajaran dengan banyak latihan tugas dan menyediakan berbagai strategi untuk menyelesaikan tugas tersebut (Liu & Lin, 2010, p.221), dan (5) mengajar berpikir (Eggen & Kauchak, 2012, p.118).

Penggunaan ICT yang diintegrasikan dengan berbagai model pembelajaran meliputi penggunaan komputer (Odera, 2011, pp.283; Moos & Honkomp, 2011, pp.231), sistem pencarian informasi berbasis web (Hung *et al*, 2012, pp.368) dan pembelajaran berbasis *game* (Park, 2012, pp.101) juga dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi. Penggunaan ICT memungkinkan untuk meningkatkan motivasi intrinsik.

**METODE**

**Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam ranah penelitian dan pengembangan (R&D). Produk yang akan dikembangkan adalah model pembelajaran fisika berbasis Malcolm’s Modeling Method (MPF-BM3).

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 7 Yogyakarta pada semester Genap Tahun Ajaran 2014/2015.

**Target/Subjek Penelitian**

Subjek penelitian pada tahap uji coba lapangan awal terdiri atas 36 siswa kelas X MIA 5 SMA Negeri 7 Yogyakarta. Subjek uji coba lapangan terdiri atas 36 siswa kelas X MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan 34 siswa kelas X MIA 5 SMA Negeri 7 Yogyakarta sebagai kelas kontrol. Tahap uji coba lapangan termasuk dalam ranah penelitian eksperimen dimana teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*.

**Prosedur**

Prosedur penelitian meliputi (1) penelitian dan pengumpulan data, (2) perencanaan, (3) pengembangan bentuk awal produk, (4) uji coba lapangan awal, (5) revisi hasil uji coba lapangan awal, (6) uji coba lapangan, (7) revisi hasil uji coba lapangan dan (8) diseminasi.

**Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi (1) data penilaian produk yang dikumpulkan menggunakan angket validasi, (2) data keterampilan berpikir kritis yang diukur

menggunakan tes berbentuk soal uraian, dan (3) data motivasi belajar yang diukur menggunakan angket.

**Teknik Analisis Data**

Data Angket Validasi

Produk berupa model pembelajaran berbasis Malcolm’s *modeling method* yang dituangkan dalam buku panduan model berserta RPP dan LKPD dinilai kelayakannya oleh *expert judgement* yang terdiri atas dosen, guru dan mahasiswa. Hasil penilaian produk yakni rata-rata skor masing-masing aspek penilaian selanjutnya dikonversi menjadi nilai. Produk dikatakan layak jika memperoleh nilai minimal C dengan kategori cukup layak. Acuan pengubahan skor menjadi skala nilai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Skor Menjadi Nilai Skala Lima

Interval Skor	Nilai	Kategori
$X > \bar{X}_i + 1,8 SB_i$	A	Sangat Baik
$\bar{X}_i + 0,6 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 1,8 SB_i$	B	Baik
$\bar{X}_i - 0,6 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 0,6 SB_i$	C	Cukup
$\bar{X}_i - 1,8 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 0,6 SB_i$	D	Kurang
$X > \bar{X}_i + 1,8 SB_i$	E	Sangat Kurang

**Keterangan:**

- $\bar{X}_i$  = Rerata ideal.
- = ½ (jumlah skor maksimal dari tiap aspek penilaian + jumlah skor minimal tiap aspek penilaian).
- $SB_i$  = simpangan baku.
- = 1/6 (jumlah skor maksimal dari tiap aspek penilaian - jumlah skor minimal tiap aspek penilaian).
- $N$  = Jumlah penilai.
- $X$  = Skor ideal.

Data Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar

Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan model pembelajaran fisika berbasis Malcolm’s *modeling method* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa digunakan uji statistik data multivariat yakni MANOVA yang termasuk dalam uji statistika parametris.

Data yang diuji adalah gain keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar ekstrinsik siswa. Perhitungan gain dilakukan menggunakan rumus gain ternormalisasi.

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \quad (\text{Wiyanto, 2006})$$

Jenis uji Manova yang digunakan adalah Hotelling's  $T^2$  karena hanya terdiri atas dua kelompok yakni kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hipotesis penelitian dapat dinyatakan sebagai berikut.

Ho: tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar ekstrinsik siswa antara kelas eksperimen dan kelas control.

Ha: Kelas eksperimen memberikan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar ekstrinsik yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol.

Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 20. Kriteria keputusan dilihat dari nilai sig pada taraf signifikansi 5%. Jika nilai  $sig < \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa model pembelajaran fisika berbasis *Malcolm's Modeling Method* (MPF-BM3). Model pembelajaran yang dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar. Model pembelajaran yang dikembangkan dituangkan dalam bentuk buku panduan model disertai dengan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD.

Hasil validasi bagian isi dari buku panduan model memuat model pembelajaran yang dikembangkan yang terdiri atas unsur sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung dan dampak instruksional serta pengiring disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Buku Model

No	Aspek penilaian	Total skor			Skor Rata-Rata	Nilai
		Tiap Aspek Pengamatan				
		P1	P2	P3		
1	Sintaks	9	7	9	8,33	A
2	Sistem sosial	15	13	15	14,33	A
3	Prinsip reaksi	9	6	9	8	A
4	Sistem pendukung	9	6	9	8	A
5	Dampak instruksional	6	6	5	5,67	A

Skor rata-rata aspek tiap unsur model pembelajaran adalah 8,33 dari skor rata-rata maksimum 9 untuk aspek sintaks, 14,33 dari skor maksimum 15 untuk aspek sistem sosial, 8 dari skor maksimum 9 untuk aspek prinsip reaksi dan sistem pendukung serta 5,67 dari skor rata-rata maksimum 6 untuk aspek dampak instruksional dan pengiring. Skor rata-rata masing-masing unsur model ini dikonversikan dalam bentuk nilai menggunakan tabel konversi skor menjadi nilai skala lima memperoleh nilai A dengan kategori sangat baik.

Hasil validasi menunjukkan bahwa MPF-BM3 memiliki kemudahan langkah-langkah pembelajaran untuk dilaksanakan secara operasional, kejelasan aktivitas siswa dan pendidik pada tiap tahap pembelajaran dan keterkaitan antara aktivitas siswa dan pendidik pada tiap tahap ditinjau dari aspek sintaks. MPF-BM3 secara umum memiliki kejelasan pola hubungan antara siswa dan pendidik ditinjau dari aspek sistem sosial. MPF-BM3 secara umum memiliki kesesuaian antara peran pendidik dan siswa dengan pendekatan konstruktivistik dan teori belajar Jean Piaget, teori belajar Vygotsky dan teori belajar bermakna ditinjau dari aspek prinsip reaksi. MPF-BM3 memiliki sistem pendu-

kung berupa RPP dan LKPD yang sesuai dengan model, relevan dengan instrumen penilaian yang digunakan dan kemudahan sistem pendukung yang digunakan untuk diadakan. MPF-BM3 memiliki cakupan jenis-jenis dampak instruksional dan pengiring yang relevan dengan model yang dikembangkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis Malcolm's modeling yang dikembangkan dalam penelitian ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran fisika di sekolah.

Model pembelajaran fisika berbasis *Malcolm's Modeling Method* (MPF-BM3) yang berhasil dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas lima tahap pembelajaran meliputi (1) orientasi model, (2) konstruksi model, (3) diskusi penemuan model, (4) penerapan model, dan (5) diskusi penerapan model. Model yang dimaksud dalam konteks tersebut adalah representasi konseptual dari sistem dan proses fisika yang dapat diwujudkan dalam bentuk matematis maupun non-matematis. Produk akhir dari model pembelajaran fisika yang dikembangkan disajikan dalam "Buku Panduan Model Pembelajaran Fisika berbasis *Malcolm's Modeling Method* (MPF-BM3)".

MPF-BM3 dapat dijadikan sebagai alternatif model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika di sekolah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa berdasarkan hasil uji coba lapangan pada penelitian ini. Data hasil keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen yang melaksanakan pembelajaran dengan model yang dikembangkan dan kelas kontrol yang menggunakan metode eksperimen verifikasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Deskripsi Data Keterampilan Berpikir Kritis

Variabel	Grup kelas	Minimum	Maksimum	Mean
Pretest	KE	7,69	33,85	17,80
	KK	9,23	40,00	19,70
Posttest	KE	24,62	70,77	44,56
	KK	9,23	49,23	33,02
Gain	KE	0,08	0,57	0,33
	KK	0,00	0,34	0,17

Berdasarkan Tabel 4, masing-masing grup kelas yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis dilihat dari nilai rata-rata nilai *posttest* yang lebih tinggi yakni setelah pembelajaran dibandingkan dengan nilai *pretest* yakni sebelum pembelajaran. Kelas eksperimen memperoleh nilai gain rata-rata 0,33 sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai gain rata-rata 0,17. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dimana kelas eksperimen memiliki peningkatan keterampilan berpikir kritis yang lebih baik.

Tabel 5. Deskripsi Data Motivasi Belajar

Variabel	Grup Kelas	Minimum	Maksimum	Mean
Motivasi awal	KE	63,41	84,65	73,26
	KK	50,68	87,44	73,21
Motivasi akhir	KE	64,44	85,76	74,30
	KK	58,96	87,44	74,14
Gain	KE	-0,16	0,38	0,03
	KK	-0,49	0,36	0,005

Deskripsi data motivasi belajar disajikan pada Tabel 5. Masing-masing kelas yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol mengalami peningkatan motivasi belajar dilihat dari nilai rata-rata nilai *posttest* yang lebih tinggi yakni setelah pembelajaran dibandingkan dengan nilai *pretest* yakni sebelum pembelajaran. Kelas eksperimen memperoleh nilai gain rata-rata motivasi belajar 0,03 sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai

gain rata-rata 0,005. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan motivasi belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dimana kelas eksperimen memiliki peningkatan motivasi belajar yang lebih baik.

Uji manova digunakan untuk mengetahui apakah perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol termasuk dalam kategori signifikan. Hasil uji pada taraf signifikansi 5% disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Manova

Variabel	sig uji	sig	Hasil Uji	Ket.
Gain keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar	0,00	0,05	Sig<0,05	Ho ditolak

Hasil uji menunjukkan hipotesis nol ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. kelas eksperimen yang melaksanakan pembelajaran dengan MPF-BM3 memiliki peningkatan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. oleh karena itu, model yang dikembangkan dalam penelitian ini sangat layak diterapkan dalam pembelajaran fisika di sekolah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar berdasarkan hasil validasi ahli dan kemampuan model dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar secara simultan.

Keterkaitan antara MPF-BM3 dengan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar yakni tahap MPF-BM3 yakni orientasi model, siswa mengajukan pertanyaan berdasarkan fenomena menarik yang disajikan. Tahap ini melatih keterampilan berpikir kritis yakni bertanya dan membantu mengembangkan motivasi belajar ekstrinsik siswa karena adanya kegiatan yang menarik.

Tahap konstruksi model, siswa secara aktif terlibat dalam keseluruhan tahap metode ilmiah meliputi merumuskan hipotesis, merancang langkah kerja, menganalisis data dan menyimpulkan. Oleh karena itu, tahap konstruksi model dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis meliputi menganalisis, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi serta merancang strategi dan taktik. Selain itu, pada tahap ini, siswa terlibat dalam tugas yang menantang karena pendidik tidak menyaji-



kan tujuan percobaan, dasar teori dan langkah-langkah percobaan. Kegiatan yang menantang dapat membuat siswa termotivasi dan dapat belajar sesuatu yang baru (Schunk, Pintrich, Meece, 2010, p.56). Keberhasilan siswa nantinya pada tahap ini akan meningkatkan ekspektasi berupa kepercayaan akan kemampuan yang dimiliki oleh siswa untuk dapat menyelesaikan tugas dengan sukses.

Tahap diskusi penemuan model, pendidik memberikan apresiasi atas keberhasilan pendidik dalam menyelesaikan seluruh kegiatan pada tahap konstruksi model. Pemberian apresiasi ini akan meningkatkan kepercayaan siswa terhadap kemampuan yang dimiliki sehingga siswa akan termotivasi untuk belajar fisika (Schunk, Pintrich, Meece, 2010, p.55).

Tahap penerapan model, siswa mengaplikasikan model yang telah diperoleh untuk menjelaskan fenomena dan menyelesaikan persoalan fisika. Pada tahap ini, siswa dapat mengetahui manfaat dari apa yang telah dipelajari. Penyajian manfaat dari materi yang sedang dipelajari oleh siswa dapat mengembangkan motivasi belajar ekstrinsik siswa (Schunk, Pintrich, Meece, 2010, p.65).

Tahap diskusi penerapan model, pendidik memberikan apresiasi atas keberhasilan siswa pada tahap penerapan model. Pemberian apresiasi ini akan meningkatkan kepercayaan siswa terhadap kemampuan yang dimiliki sehingga siswa akan termotivasi untuk belajar fisika. Siswa yang percaya akan kemampuan yang dimiliki dalam menyelesaikan atau melaksanakan suatu tugas akan terus terlibat dalam kegiatan tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, tahapan dari model pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki kesesuaian dengan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar ekstrinsik. Oleh karena itu, penerapan model pembelajaran fisika berbasis *Malcolm's modeling method* (MPF-BM3) dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembelajaran menggunakan MPF-BM3 agar berjalan dengan lancar dan dapat mencapai tujuan yang diinginkan meliputi (1) mempersiapkan masalah yang menarik dan relevan dengan konsep yang akan ditemukan oleh siswa, (2) mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan baik pada tahap orientasi model atau konstruksi model sebelum pembelajaran dimulai, (3) mengkondisikan siswa sela-

ma kegiatan pembelajaran agar siswa dapat melaksanakan seluruh tugas yang diberikan sehingga keseluruhan sintaks model dapat terlaksana, (4) pendidik mengarahkan dan memantau siswa untuk menyelesaikan setiap tahapan pada LKPD secara berurutan, (5) pendidik sebaiknya membagi setiap kelompok dimana dalam tiap kelompok terdapat siswa dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah, dan (6) pendidik dapat memberikan penugasan mengenai aplikasi dari model yang telah diperoleh siswa untuk dikerjakan di rumah.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Simpulan dari penelitian dan pengembangan ini adalah (1) Model pembelajaran fisika berbasis *Malcolm's Modeling Method* (MPF-BM3) sangat layak digunakan sebagai model pembelajaran fisika di sekolah. Kelayakan produk ditinjau dari aspek sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung dan dampak instruksional dan pengiring termasuk dalam kategori sangat baik berdasarkan hasil validasi buku panduan model dan (2) Model pembelajaran fisika berbasis *Malcolm's Modeling Method* (MPF-BM3) dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa.

### **Saran**

Saran pemanfaatan produk bagi sekolah adalah produk berupa model pembelajaran MPF-BM3 dapat diterapkan di sekolah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar ekstrinsik siswa. bagi pendidik adalah (1) Pemahaman mengenai model pembelajaran yang dikembangkan sangat diperlukan agar tujuan pembelajaran yang diinginkan dapat tercapai. Oleh karena itu, bagi pelaksana pendidikan perlu membaca secara keseluruhan model yang dimaksud pada buku panduan model, (2) perlu diperhatikan pengelolaan kelas dan pengorganisasian waktu yang baik sehingga model dapat terlaksana seluruhnya, dan (3) perlu dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada eksperimen yakni pada tahap konstruksi model dengan baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Alexander, M.E., Commander, N., & Greenberg, D. (2010). Using the four question technique to enhance critical thinking in online discussion. *Journal of Online Learning and Teaching*, 6, pp.409-413.

- Blazer, C. (2010). Twenty strategies to increase student motivation. *Research Service, 0907*, pp.1-13.
- Brophy, J.(2010). *Motivating student to learn*. New York. Routledge.
- Chanchaichaovivat, A., Panijpan, B., & Ruenwongsa, P. (2009). Enhancing conceptual understanding and critical thinking with experiential learning: a case study with biological control. *As. J. Food Ag-Ind. 2009, Special Issue*, pp.424-443.
- Cotrell, S. (2005). *Critical thinking skills developing effective analysis and argument*. New York: Palgrave Macmillan.
- Dye, J., Cheatham, T., Rowell, G.H., et al. (2013). The impact of modeling instruction within the inverted curriculum on student achievement in science. *Electronics Journal of Science Education ,17*,pp.1-19.
- Eggen, P., & Kauchak, D.(2012). *Strategi dan model pembelajaran: mengajar konten dan keterampilan berpikir*. (Terjemahan Satrio Wahono). Boston: Pearson. (Buku asli diterbitkan tahun 2012)
- Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: an outline of critical thinking disposition and abilities*. Makalah disajikan pada Konferensi Internasional Berpikir ke-6, di MIT USA.
- Fahim, M., & Nazari, O. (2012). Practicing action research for enhancing critical thinking. *Journal of Science (JOS)*, 2, pp.84-89.
- Hung, C.-M., Hwang, G.J., & Huang, I. (2012). A project-based digital storytelling approach for improving students' learning motivation, problem-solving competence and learning achievement. *Educational Technology & Society*, 15 (4), pp.368–379.
- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2008). Modeling instruction: an effective model for science education. *Spring*, 17, pp.10-17.
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effect of instructional techniques on critical thinking and critical thinking dispositions in online discussion. *Educational Technology & Society*, 17 (1), pp.248–258
- Liang, L.L., Fulmer,G.W., & Majerich, D.M., et al. (2012). The effects of a model-based physics curriculum program with a physics first approach: a causal-comparative study. [versi elektronik] *Journal of Science and Education Technology*, 21,pp.114-124.
- Liu, E.Z.F.,& Lin, C.H.(2010). Learning questionnaire (MMLSQ) for grade 10–12 taiwanese students. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9 (2), pp.221-233.
- Lunnenberg, .C. (2011). critical thinking and constructivism techniques for improving students achievement. *National Forum of Teacher Education Journal*, 21(3), pp.1-9.
- McGregor, D. (2007). *Developing thinking developing learning*. New York : Open University Press.
- Meltzer, D.E., & Shaffer, P.S. (2011) *Teacher education in physics:research, curriclum & practice*.USA: American Physical Society.
- Moos, D.C., & Honkomp, B.(2011). Adventure learning: motivating students in a minnesota middle school. *JRTE ,43(3)*, pp.231–254.
- Odera, F,Y.(2011). Motivation: The most ignored factor in classroom instruction in kenyan secondary schools. *International Journal of Science and Technology , 1(6)*, pp.283-288.
- OECD. (2012). *PISA 2012 in result*. Diakses pada tanggal 30 Agustus 2014 dari <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- Park, H. (2012). Relationship between motivation and student's activity on educational game. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 5(1), pp.101-107.
- Prince,M., & Felder, R. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36, pp.14-21

- Pritchard, A. (2014). *Ways of learning*. New York: Routledge.
- Rusman (2011). *Model-model pembelajaran: mengembangkan profesionalisme pendidik*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Schunk, D.H., Pintrinch, P.R., & Meece, J.L. (2010). *Motivation in education: theory, research and applications*. New Jersey: Pearson Education.
- Shihusa, H., & Keraro, F.N.(2009). Using advance organizer to enhance students' motivation in learning biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(4), pp.413-420.
- Snyder, L.G., & Snyder, M.J.(2008). Teaching critical thinking and problem solving skills. *The Delta Pi Epsilon Journal Volume*, L(2), pp.90-99.
- Soltanzadeh, L., Hashemi, S.R.N., & Shahi, S. (2013). The effect of active learning on academic achievement motivation in high schools students. *Archives of Applied Science Research*, 6, pp.127-131
- Starkey, L. (2010). *Critical thinking skills success in 20 minutes a day*. New York: Learning Express.
- Sujarwanto. (2014). Kemampuan pemecahan masalah fisika pada modeling instruction pada peserta didik SMA kelas XI. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), pp.65-78.
- Thomas, T. (2011). Developing first year students critical thinking skills. *Asian Social Science*, 7, pp.26-35.
- Thompson, C. (2011). Critical thinking across the curriculum: process over output. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(9), pp.1-7.
- TIMSS & PIRLS. (2011). *Overview TIMSS & PIRLS*. Diakses pada tanggal 30 Agustus 2014 dari <http://timssandpirls.bc.edu/data-release-2011/pdf/Overview-TIMSS-and-PIRLS-2011-Achievement.pdf>.
- Trilling, B., & Fadel, C.(2009). *21st century skills*. USA: Jossey Bass.
- Uno, H.B.(2014). *Teori Motivasi & Pengukurannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Valdez, A.A., Lomoljo, A., & Dumrang, A.P., et.al., (2015) developing critical thinking through activity –based and cooperative learning approach in teaching high school chemistry. *International Journal of Social Science and Humanity*, 5, pp.139-150.
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G (1995). A modeling method. *American Journal of Physics* 63(7), pp.606-609.
- Wiyanto. (2006). Pengembangan kemampuan merancang kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri bagi mahasiswa calon guru. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 39, pp.422-436.