

VALIDITAS PEMBELAJARAN PEMODELAN FISIKA UNTUK MELATIHKAN KOMPETENSI KEILMUAN DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Muhammad Arifuddin^{1*}, Syamsul Bachri Thalib², Jasruddin², Sidin Ali²

¹Universiitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

²Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

*Corresponding author: arifuddin.jamal@yahoo.com

Abstrak. Inovasi dalam dunia pendidikan dan pengintegrasian keterampilan abad 21 pada pengajaran fisika perlu terus dilakukan. Mengembangkan kompetensi keilmuan dan keterampilan berpikir kritis merupakan komponen yang tak terpisahkan dalam proses perkuliahan fisika. Berpikir kritis merupakan bagian dari kecakapan abad 21 yang direkomendasikan untuk dimiliki oleh mahasiswa. Kompetensi Keilmuan dan berpikir kritis merupakan kemampuan kognitif sangat penting dalam kesuksesan belajar dan berbagai hal dalam kehidupan nyata. Rendahnya kompetensi keilmuan dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa menyebabkan kendala dalam memahami materi fisika yang sifatnya abstrak menyebabkan perlunya pembelajaran inovatif untuk terwujudnya pencapaian kompetensi keilmuan dan dapat melatih keterampilan berpikir kritis. Penelitian dilaksanakan dalam lima tahap melalui model penelitian Wademan dan McKenney untuk menghasilkan Pembelajaran Pemodelan Fisika yang layak. Uraian ini menggambarkan proses dan hasil validasi bahan ajar yang merupakan tahapan ketiga dari lima tahapan penelitian. Subjek Penelitian ini adalah pembelajaran pemodelan fisika untuk melatih kompetensi keilmuan dan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan secara umum telah valid.

Kata kunci: Pembelajaran Pemodelan Fisika, Kompetensi Keilmuan Fisika, Berpikir Kritis

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu fisika dan teknologi tidak terlepas dari proses pengajaran/ pembelajaran fisika, sehingga pengembangan ilmu fisika harus disertai peningkatan mutu pengajaran fisika. Pengintegrasian keterampilan abad 21 pada pengajaran fisika perlu dilakukan, untuk itu pemerintah mengembangkan KKNi agar mahasiswa mencapai standar kompetensi lulusan. Kondisi ini menuntut penyesuaian keterampilan yang harus dimiliki mahasiswa yakni berpikir kritis, berpikir kreatif, penyelesaian masalah, membuat keputusan sebagai bagian dari keterampilan abad 21 (Belanca, 2010; Binkley *et al.*, 2010). Berpikir kritis menggunakan analisis argumen, memunculkan wawasan, makna, interpretasi, mengembangkan penalaran, memahami asumsi, serta memberikan model presentasi valid, ringkas dan meyakinkan (Ku, 2009). Berpikir kritis merupakan kemampuan esensial dalam aspek kehidupan, oleh karena itu mahasiswa perlu untuk dilatih berpikir kritis.

Observasi awal perkuliahan fisika dasar menunjukkan bahwa metode pengajaran selama ini bersifat konvensional, yaitu dosen menyampaikan materi, dilanjutkan dengan informasi rumus, dan contoh soal. Pendekatan konvensional diduga sebagai penyebab rendahnya kompetensi keilmuan mahasiswa. Ditemukan juga kurangnya pengetahuan mahasiswa mengenai kegunaan fisika dalam kehidupan nyata menjadi penyebab mereka kurang tertarik pada perkuliahan fisika dasar.

Desain Pembelajaran Pemodelan Fisika merupakan metode pembelajaran inovatif yang akan dikembangkan dan efektif dalam melatih memformulasikan gejala fisika berdasarkan fakta fisis. Kesesuaian karakteristik fisika dengan pembelajaran pemodelan dapat dijadikan sebagai alternatif solusi untuk mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis.

Alonso & Finn (1983: 9) menjelaskan bahwa salah satu cara fisikawan dalam memahami suatu gejala fisika adalah menggunakan pemodelan. Model fisika adalah suatu struktur kajian yang diusulkan berdasarkan fakta atau situasi dari gejala objek fisika yang sedang dipelajari dengan menggunakan hubungan-hubungan atau prinsip dasar fisika yang telah diketahui sebelumnya. Fisikawan menerapkan pemikiran logis deduktif terhadap model itu, dengan mengolah pemikirannya melalui penalaran matematik. Hasil akhir yang diperoleh dapat jadi sebagai suatu ramalan dan dapat berupa rumus prediksi serta dapat diubah menjadi rumus pengukuran (Hans, 1993: 3), selanjutnya dapat dirancang pengujiannya melalui eksperimen.

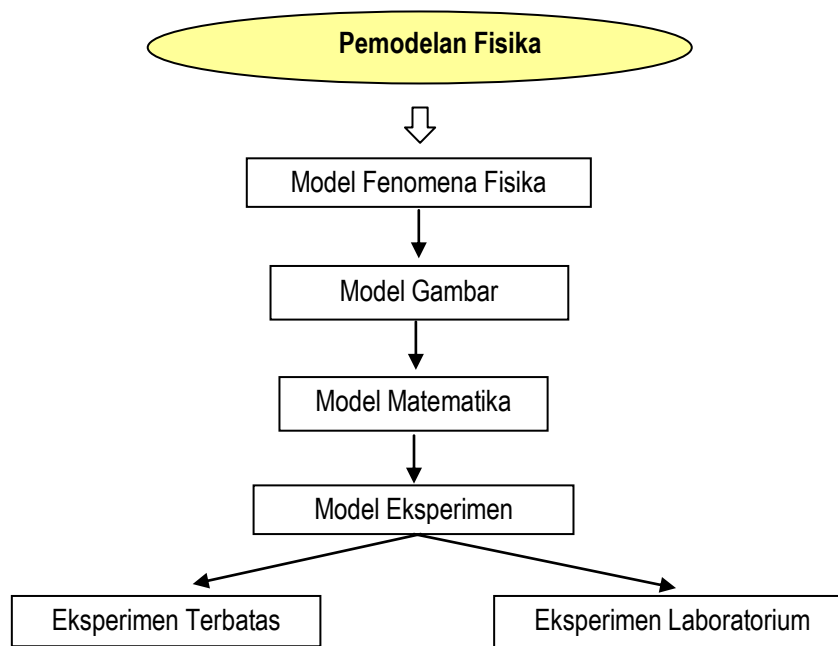
Model fisika diperlukan dalam menjelaskan peristiwa fisika, terutama gejala yang sulit teramati secara langsung atau kalaupun teramati namun selang waktu kejadiannya sangat singkat atau kejadiannya secara temporer dalam periode yang lama. Pengamatan terhadap penyebab dari gejala peristiwa atau fakta fisika sering sulit diamati karena berada pada zona mikroskopis. Model dan Modeling merupakan suatu hal yang penting



dalam sains dan model merupakan berperan sebagai kunci dalam sains (Coll & Lajium, 2011; Brewe *et al.*, 2010; Jackson, Dukerich, & Hestenes, 2008).

Pembelajaran Pemodelan Fisika (PPF) adalah pembelajaran fisika dengan membuat model dari suatu gejala fisika, pembuatan model gambar berdasarkan gejala/fenomena fisika dan penurunan rumus prediksi fisika dari gejala tersebut melalui penalaran matematik dengan menggunakan rumus matematika dan prinsip fisika sederhana yang telah diketahui sebelumnya (Arifuddin, 2009; Salam & Arifuddin, 2018).

Langkah-langkah pengembangan pembelajaran pemodelan atau tahapan pembelajaran Pemodelan Fisika (PPF) dapat terdiri dari: (1) model fenomena fisika, pembuatan atau pengamatan terhadap gejala peristiwa/fenomena fisika, (2) model gambar, pembuatan gambar gejala fenomena fisika berdasarkan fakta hasil pengamatan, (3) model matematik, penalaran matematik untuk menurunkan rumus prediksi fisiknya (Michelsen, 2015; Teodoro & Neves, 2011; Liu *et al.*, 2017), (4) pembuatan atau merancang eksperimen/percobaan untuk menguji rumus prediksi fisika (model eksperimen) dan (5) pelaksanaan eksperimen terbatas (Danusso *et al.*, 2010). Tahapan pengembangan pembelajaran Pemodelan Fisika secara skematik seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Unsur-unsur dan tahapan pemodelan fisika

2. METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran pemodelan fisika untuk melatih kompetensi keilmuan dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Penelitian dilaksanakan dalam lima tahap melalui model penelitian Wademan & McKenney (Plomp, 2010). Pada pelaporan ini, menggambarkan proses dan hasil penilaian validitas model pembelajaran yang merupakan tahapan ketiga dari lima tahapan penelitian. Subjek dalam penelitian ini adalah model pembelajaran dan menjadi objek penelitian adalah validitas model pembelajaran yang dikembangkan.

Validitas bahan ajar yang dikembangkan ditentukan berdasarkan hasil penilaian dari tiga orang pakar pendidikan fisika dengan menggunakan lebar penilaian validitas yang dinyatakan dengan skor 1, 2, 3, dan 4. Di mana 1 adalah tidak baik, 2 adalah kurang baik, 3 adalah baik, dan 4 adalah sangat baik. Hasil penilaian model pembelajaran dinyatakan dengan valid tanpa revisi, valid dengan revisi kecil, valid dengan revisi besar, dan tidak valid.

Untuk mengetahui kualitas validitas bahan ajar, penilaian validitas model pembelajaran dilakukan oleh tiga orang validator dari pakar pendidikan fisika menggunakan lembar penilaian validitas. Analisis reliabilitas validitas model menggunakan analisis *Percentage of Agreement* (Borich, 1994):

$$R = \left[1 - \frac{(A - B)}{(A + B)} \right] \times 100\%$$

dengan:

- R : Koefisien Reliabilitas
A : Skor tertinggi dari validator / observer
B : Skor terendah dari validator / observer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model pembelajaran PPF didasarkan pada teori belajar yakni teori kognif dan teori belajar bermakna sebagaimana diuraikan pada subbab sebelumnya. Berdasarkan teori belajar tersebut dibuat sintaks pembelajaran sebagai rangkaian aktivitas selama proses pembelajaran. Pada model PPF ini terdapat lima fase yang diuraikan pada beberapa paragraf ini dengan dukungan teoritis dan empirik.

Fase pertama dari model PPF adalah pengajuan dan identifikasi masalah fenomena fisika. Masalah yang diajukan kepada peserta didik dapat berupa masalah fenomena fisis yang menuntut penyelesaiannya. Dewey (Arends, 2008) mendorong pengajar untuk melibatkan peserta didik di berbagai proyek berorientasi masalah dan membantu mereka menyelidiki berbagai masalah sosial dan intelektual. Dalam proses pengajuan masalah harus hati-hati atau memiliki prosedur yang jelas agar dapat melibatkan peserta didik. Memberikan masalah kepada peserta didik dengan semenarik mungkin dan seakurat mungkin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengajuan masalah dan identifikasi masalah menjadi bagian dari pembelajaran yang berorientasi pada penyelidikan (Silver, 1994).

Fase kedua adalah pemberian informasi/ pengetahuan prasyarat. Memberikan dasar pikiran dan garis-garis besar pelajaran penting untuk pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan. Memberikan dasar pikiran atau alasan untuk mempelajari keterampilan tertentu akan membantu memotivasi dan membawa komitmen yang dihendaki (Arends, 2008). Pada tahap ini peserta didik dituntut untuk memiliki pengetahuan awal (*prior knowledge*) yang cukup mengenai konten materi ajar. Hasil penelitian (Chambers & Andre, 1997) menunjukkan bahwa di bawah kondisi pembelajaran yang sesuai, mengaktifkan pengetahuan awal menyebabkan peningkatan prestasi belajar dan dengan pendekatan perubahan konseptual disimpulkan bahwa mereka memfasilitasi belajar konsep sains.

Fase kedua dalam model PPF ini juga didasari oleh konsep organisator awal (*advance organizer*) pokok permasalahan yang akan dipelajari, memberikan struktur bagi informasi baru dan menghubungkannya dengan informasi yang dimiliki peserta didik (Joyce, Weil, & Calhoun, 2000). Analogi, dapat membantu peserta didik mempelajari informasi baru dengan menghubungkan dengan konsep yang telah diketahui. Konsep yang ketiga adalah elaborasi, istilah yang digunakan untuk menyebut proses pemikiran tentang bahan yang akan dipelajari dengan cara menghubungkan bahan tersebut dengan informasi gagasan yang sudah ada dalam pikiran pebelajar.

Fase ketiga dari model yang dikembangkan adalah pemodelan fisika. Pada fase ini diharapkan peserta didik dapat membangun suatu pemodelan yang tepat berdasarkan masalah yang dihadapinya. Tahapan ini juga mendorong peserta didik untuk membangun konsep dan keterampilan yang diharapkan, membentuk suatu representasi mental terhadap suatu permasalahan baik yang bersifat autentik maupun akademik. Piaget membenarkan bahwa anak-anak memiliki sifat bawaan ingin tahu dan terus berusaha memahami dunia di sekitarnya, sifat ini memotivasi peserta didik untuk mengonstruksi secara aktif representasi-representasi di benaknya tentang lingkungan yang mereka alami. Ketika umur bertambah maka representasi mental tentang dunia semakin lebih rumit dan abstrak, tetapi kebutuhan untuk memahami lingkungannya memotivasi mereka untuk menginvestigasi dan mengonstruksi teori/ konsep yang menjelaskannya (Arends, 2008).

OECD (2014) di antara proses kognitif yang tersirat dalam kompetensi ilmiah adalah berpikir dalam hal model, dan menggunakan proses matematika, pengetahuan dan keterampilan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan memberikan pengaruh di dunia nyata karena digunakan sebagai alat yang membuat situasi yang kompleks secara kognitif mudah dikerjakan, dan dengan demikian membantu orang membangun model mental situasi itu. (Schwartz & Moore, 1998).

Fase keempat dari model pembelajaran yang dikembangkan adalah mencari solusi. Pada fase ini peserta didik diharapkan baik secara individu maupun kelompok mencari solusi setelah pemodelan yang telah



dibuat. Perspektif kognitif-konstruktivis yang menggunakan pendapat Piaget bahwa pelajar dengan umur beberapa pun terlibat secara aktif dalam proses mendapatkan informasi dan mengonstruksi pengetahuannya sendiri (Arends, 2008). Konsep *self-regulated learning* mempersyaratkan peserta didik memiliki pengetahuan tentang strategi yang efektif serta bagaimana dan kapan menggunakannya (Moreno, 2010; Slavin, 2011). Ketika peserta didik membuat solusi, peserta didik akan mengonstruksi pengetahuan dan keterampilan berpikirnya. Pengetahuan tidak statis tetapi berevolusi dan berubah secara konstan selama pelajar mengonstruksikan pengalaman-pengalaman baru yang memaksa mereka untuk berdasarkan pada diri sendiri dan memodifikasi pengetahuan sebelumnya.

Fase kelima atau terakhir dari pembelajaran pemodelan fisika adalah evaluasi proses dan hasil. Fase ini ditujukan agar pemodelan yang dibentuk peserta didik dan solusi yang diperoleh dapat diverifikasi oleh pengajar atau teman sejawat yang memiliki pemahaman yang baik akan materi. Tanpa adanya *feedback*, diperoleh sedikit pengetahuan (Arends, 2008). Konsep lain dalam psikologi pendidikan yang sesuai dengan fase evaluasi model penalaran dan solusi adalah *scaffolding* Bruner dan pemagangan kognitif (*cognitive apprenticeship*). *Scaffolding* atau penanggungan merupakan suatu proses dari pelajar yang dibantu untuk mengatasi masalah tertentu yang berada di luar kapasitas perkembangannya sedangkan pemagangan kognisi (*cognitive apprenticeship*), yang menjelaskan keseluruhan proses percontohan, pembimbingan, penanggungan, dan evaluasi yang lazim terlihat setiap kali berlangsung pengajaran perorangan.

Model Pembelajaran Pemodelan Fisika disusun berdasarkan ketentuan adanya kebaruan, memiliki landasan teori yang kuat, dan terdapat konsistensi antar komponen model dan diwujudkan dalam bentuk buku model. Untuk itu, Pembelajaran Pemodelan Fisika yang dikembangkan dalam penelitian ini terdapat dari 4 bab. Bab I adalah pendahuluan yang menguraikan tentang rasional dan tujuan dari pengembangan Pembelajaran Pemodelan Fisika. Bab II adalah teori pendukung yang menguraikan tentang landasan teori dan dukungan empirik yang digunakan untuk mendukung pengembangan Pemodelan Fisika. Bab III model pembelajaran Pemodelan Fisika yang menguraikan tentang pengembangan, karakteristik, dan komponen Pembelajaran Pemodelan Fisika. Bab IV adalah pedoman pelaksanaan pembelajaran menggunakan Pembelajaran Pemodelan Fisika yang menguraikan tentang petunjuk bagi guru dalam mengimplementasikan Pembelajaran Pemodelan Fisika mulai dari kegiatan perencanaan, implementasi, dan evaluasi.

Model yang dikembangkan divalidasi baik secara isi maupun secara konstruk. Validasi isi menggambarkan tentang kebaruan dan divalidasi konstruk menggambarkan konsistensi antara Pembelajaran Pemodelan Fisika dengan teori pendukung serta konsistensi antar komponen model. Validasi terhadap model pembelajaran Pemodelan Fisika dilakukan melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) yang divalidasi oleh 3 orang pakar pendidikan fisika.

Hasil penskoran, saran dari validator dan analisis data skor validasi keseluruhan item yang terdapat pada instrumen lembar validasi model pembelajaran pemodelan fisika. Ringkasan hasil analisis validasinya ditunjukkan pada Tabel 4.1 nampak bahwa skor validasi untuk setiap komponen model berada pada rentang nilai 3,27 hingga 3,61 dari rentang skor minimal 1,00 hingga skor ideal 4,00. Rasional model, dukungan teori, sintaks model, sistem sosial, prinsip reaksi sistem pendukung serta dampak instruksional dan pengiring termasuk dalam kategori sangat valid dengan skor masing-masing sebesar 3,27; 3,40; 3,52; 3,61; 3,42; 3,52; dan 3,60. Simpulan akhir yang diberikan oleh validator adalah valid dengan revisi kecil.

Tabel 1. Hasil validasi model pembelajaran Pemodelan Fisika

| No | Komponen Pembelajaran Pemodelan Fisika | Skor Validasi | Kriteria Validitas | Koefisien Reliabilitas | Kriteria Reliabilitas |
|----|--|---------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | Rasional model pembelajaran | 3,27 | Sangat Valid | 0,86 | Reliabel |
| 2 | Dukungan teori | 3,40 | Sangat Valid | 0,86 | Reliabel |
| 3 | Sintaks model | 3,52 | Sangat Valid | 0,84 | Reliabel |
| 4 | Sistem sosial | 3,61 | Sangat Valid | 0,86 | Reliabel |
| 5 | Prinsip reaksi | 3,42 | Sangat Valid | 0,81 | Reliabel |
| 6 | Sistem pendukung | 3,52 | Sangat Valid | 0,85 | Reliabel |
| 7 | Dampak instruksional dan pengiring | 3,60 | Sangat Valid | 0,86 | Reliabel |
| 8 | Rata-rata | 3,48 | Sangat Valid | 0,85 | Reliabel |

Berdasarkan skor setiap komponen buku model maka dapat ditentukan reliabilitas hasil validasi Pembelajaran Pemodelan Fisika. Berdasarkan data pada Tabel 1 nampak pada koefisien reliabilitas hasil validasi Pembelajaran Pemodelan Fisika berada rentang 0,81 hingga 0,86. Koefisien reliabilitas terendah sebesar 0,81 untuk instrumen validasi komponen prinsip reaksi dan koefisien reliabilitas tertinggi sebesar 0,86 untuk instrumen validasi komponen rasional Pembelajaran Pemodelan Fisika, dekungan teori, sistem sosial, dan dampak instruksional dan pengiring. Untuk komponen model lainnya, koefisien reliabilitas untuk sintas model sebesar 0,84, dan sistem pendukung 0,85. Keseluruhan koefisien reliabilitas tersebut berada di atas ketentuan *inter observer agreement*, yaitu 0,75 Sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh item yang terdapat pada instrumen lembar validasi Pembelajaran Pemodelan Fisika dalam kategori reliabel.

Hasil penelitian pakar menunjukkan bahwa Pembelajaran Pemodelan Fisika terdapat dalam kategori valid baik secara isi maupun konstruk. Pembelajaran Pemodelan Fisika yang valid berarti memiliki beberapa karakteristik, yaitu adanya kesesuaian dengan kebutuhan (*need*), kebaruan (*state of art*). Landasan teori yang kuat, dan konsistensi antara komponen model (Nieveen, 1999; 2007).

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam proses penelitian ini diperoleh simpulan bahwa model pembelajaran pemodelan fisika yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid dan dapat digunakan untuk pelaksanaan dilapangan dalam matakuliah fisika.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Lambung Mangkurat atas dukungan moril dan materil sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M. & Finn, E. J. (1983). *Fundamental University Physics*. Addison- Wesley Publ. Co, Reading. Sidney.
- Arifuddin, M. (2009). Pengembangan Pembelajaran Pemodelan Fisika Melalui Pengajaran Langsung pada Perkuliahan Fisika Dasar. Tesis Magister tidak dipublikasikan. Prodi S2 Pendidikan Sains PPs Unesa Surabaya.
- Arends. (2008). *Classroom Instruction and Manajement*. A Division of The McGraw-Hill Companies. New York.
- Bellanca, J.A. ed. (2010). *21st century skills: Rethinking how students learn*. Solution Tree Press.
- Bingley, M., Erstad., Herman, J., Raizen, J., Ripley, M., dan Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills*. AT21CS The University of Melbourne. Melbourne.
- 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*. 6(1): 010106.
- Borich. (1994). *Observation Skill for Effevtive Teaching*. Mc Millan, Publ. Co. New York.
- Chambers S.K., & Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest, and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations in Learning about Direct Current. *Journal of Research in Science Teaching*. 34 (2): 107–123
- Coll, R. K., & Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. In *Models and modeling* (pp. 3-21). Springer, Dordrecht.
- Danusso, L., Testa, I., & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*. 32(7): 871-905
- Hans, J. W. (1993). *Dasar-dasar Matematika Untuk Fisika*. Dirjendikti, Depdikbud. Jakarta.
- Jackson, J., Dukerich, L. and Hestenes, D. (2008). Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education. *Science Educator*, 17(1): 10-17.
- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2000). *Models of Teaching* (6th ed.). Allyn & Bacon. Boston.
- Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics—interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*. 50(4): 489.



- Moreno, R. (2010). *Educational Psychologi*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Ku, K.Y. (2009). Assessing students' critical thinking performance: Urging for measurements using multi-response format. *Thinking skills and creativity*. 4(1): 70-76.
- Liu, C. Y., Wu, C. J., Wong, W. K., Lien, Y. W., & Chao, T. K. (2017). Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers & Education*. 105: 44-56.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Result: Whats Student Know and Can Do-Student Performance in Reading, Mathematics and Science; Volume 1*, PISA, OECD Publishing.
- Plomp, T. (2010). Educational Design Research: An Indtroduction. In T Plomp and Nieven (Eds), *An Introduction to Educational Design Reserarch* (pp. 9-35). Enschede: SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Salam, A dan Arifuddin, M. (2018). Teknik Pemodelan Fisika dalam Setting Pembelajaran Berbasis Learner Autonomy. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*. 15(1): 47-53.
- Schwartz D. L., & Moore, J.L. (1998). On the role of mathematics in explaining the material world- Mental models for Proportional Reasoning. *Cognitive Science*. 22(4): 471-516.
- Silver, E.A. (1994). On Mathematic Problem Possing. *For the Learning of Mathematics*. 14(1): 19-28.
- Slavin, Rober E. (2011). Psikologi Pendidikan Teori dan Praktik. PT. Indeks. Jakarta.
- Teodoro, V. D., & Neves, R. G. (2011). Mathematical modelling in science and mathematics education. *Computer Physics Communications*. 182(1): 8-10.

