



PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN SIMAYANG TERHADAP PENGUASAAN KONSEP POKOK BAHASAN USAHA DAN ENERGI

Firda Ulya Nur Rosyidah^{1,*}, Nuril Munfaridah¹, Lia Yuliati¹

¹Fisika, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang 5, Malang, 65145, Indonesia

*Email: firdaulya29@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran SiMaYang terhadap penguasaan konsep siswa pada topik usaha dan energi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen dengan desain post-test only control group. Subjek penelitian adalah siswa kelas X yang dipilih secara purposive sampling. Kelas eksperimen berjumlah 31 siswa dan kelas kontrol 30 siswa. Kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran SiMaYang dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Data keterlaksanaan pembelajaran di analisis berdasarkan persentase keterlaksanaan pembelajaran. Data penguasaan konsep di analisis dengan one tailed t-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa yang diajar dengan model pembelajaran SiMaYang lebih tinggi dari siswa yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Kondisi ini diperoleh karena siswa yang terbiasa belajar dengan model pembelajaran SiMaYang akan memiliki alur berpikir yang baik. Pembelajaran SiMaYang berbasis multi representasi memiliki fungsi sebagai pelengkap informasi, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman lebih mendalam. Pembelajaran SiMaYang mampu meningkatkan penguasaan konsep.

Kata Kunci: SiMaYang, penguasaan konsep, usaha dan energi.

1. Pendahuluan

Salah satu pokok bahasan dalam pembelajaran sains fisika di SMA (sederajat) yang memiliki karakteristik abstrak dan membutuhkan cara khusus dalam memahami konsepnya adalah pokok bahasan Usaha dan Energi. Konsep energi memiliki karakteristik abstrak dan teoritis sehingga konsep energi masih sulit dipahami [1, 2, 3]. Memahami konsep usaha-energi perlu memperhatikan sistem, lingkungan, dan peristiwa transfer energinya [4]. Penjelasan sistem, lingkungan, dan aktifitas energi tersebut membutuhkan pemodelan [5, 6, 7].

Penyajian pemodelan dalam pembelajaran fisika dikenal dengan representasi. Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili, atau melambangkan suatu gagasan atau proses fenomena dalam fisika [8-9]. Representasi dapat dilakukan melalui verbal, gambar, grafik, simulasi, tabel dan matematis [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Contoh penelitian penggunaan representasi pada materi usaha-energi telah dilakukan oleh Heuvelen dan Zou, pertama proses fenomena yang kasat mata dijelaskan dengan



kata-kata, yang disebut dengan representasi verbal proses yang fisis yang terjadi. Kedua, menggambarkan sketsa proses yang terjadi, disebut dengan representasi gambar. Ketiga, membuat grafik untuk mendeskripsikan proses fisis, seperti energi potensial, kinetik, dan mekanik, penyajian tersebut disebut dengan representasi grafik. Analisis lebih lanjut membutuhkan representasi simbolik atau rumus, yang disebut representasi matematis [9].

Pembelajaran dengan pendekatan berbagai bentuk penyajian tersebut disebut dengan pembelajaran multi representasi dan memiliki peran penting dalam membantu penguasaan konsep. Pembelajaran multi representasi memberi kesempatan luas kepada peserta didik untuk merepresentasikan kembali konsep yang sama melalui berbagai bentuk representasi [15, 17, 18]. Pembelajaran multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu untuk memperoleh informasi tambahan atau mendukung proses kognitif yang ada dan saling melengkapi. Kedua, representasi digunakan untuk membatasi interpretasi yang mungkin terjadi. Ketiga, representasi digunakan untuk mendorong peserta didik dalam membangun pemahaman yang lebih dalam [19].

Penerapan pembelajaran multi representasi memerlukan suatu model pembelajaran. Model pembelajaran dibuat sebagai acuan pada suatu pendekatan pembelajaran termasuk tujuan, tahapan, lingkungan, dan sistem pengelolannya [20]. Salah satu model yang dikembangkan berbasis multi representasi adalah model Si Lima laYang-laYang dan disingkat dengan SiMaYang. Model pembelajaran SiMaYang terdiri dari lima tahap yaitu orientasi, eksplorasi-imajinasi, internalisasi, dan evaluasi [23]. Model pembelajaran SiMaYang yang salah satu tujuannya adalah untuk membangun penguasaan konsep [21, 22, 23]. Model pembelajaran SiMaYang merupakan model pembelajaran berbasis multi representasi yang dikembangkan dengan mengkombinasikan teori 7 faktor yang mempengaruhi kemampuan siswa untuk merepresentasikan fenomena sains ke dalam kerangka model IF-SO [23]. Tujuh konsep dasar tersebut yaitu kemampuan penalaran siswa (*reasoning*: R), pengetahuan konseptual siswa (*conceptual*: C), keterampilan memilih mode representasi siswa (*representation modes*: M), pengetahuan konseptual dari representasi (RC: *reasoning of conceptual*), penalaran terhadap representasi (RM: *reasoning of representation modes*), faktor interaktif yang mempengaruhi interpretasi terhadap representasi (CM: *conceptual of representation modes*), kemampuan siswa melibatkan semua faktor agar dapat menginterpretasikan representasi dengan baik (CRM: *conceptual reasoning of representation modes*) yang mewakili kemampuan siswa untuk melibatkan semua faktor agar dapat menginterpretasikan representasi dengan baik [24].

Kemampuan interpretasi suatu representasi secara operasional dilatihkan melalui pembelajaran SiMaYang karena model pembelajaran SiMaYang berdasarkan pada kerangka model IF-SO dan tujuh konsep dasar kemampuan representasi. IF-SO merupakan singkatan dari: I merupakan *indentify key concept* yang diterapkan pada fase orientasi, pada fase ini siswa mengidentifikasi ide utama



konsep topik yang akan dipelajari sebagai landasan dalam megkonstruksi dan mengkreasi format representasi pada fase berikutnya. Faktor yang mempengaruhi adalah R (*reasoning*), C (*conceptual*), dan M (*representation modes*). F merupakan *focus on form and functions* yang diterapkan pada fase eksplorasi. Faktor yang mempengaruhi kemampuan menerjemahkan representasi adalah RC dan CM yaitu pada fase eksplorasi siswa akan mengaitkan pengetahuan konseptual yang dimiliki siswa dengan menginterpretasi representasi yang disajikan guru . S merupakan *sequence* yang diterapkan pada tahap imajinasi, siswa meruntutkan penjelasan fenomena dengan multi representasi. Pada tahap ini RM dan CRM yang mempengaruhi. O merupakan *on going assessment* yang diterapkan pada fase internalisasi dan evaluasi. Pada fase internalisasi, faktor yang mempengaruhi adalah RM dan CRM seperti pada tahap imajinasi, bedanya, pada tahap ini siswa melakukannya secara individu. Pada fase evaluasi kerangka *on going assessment* yang berperan adalah faktor RC, CM, RM, dan CRM.

Penelitian yang telah dilakukan terkait penerapan model pembelajaran SiMaYang digunakan dalam pembelajaran kimia. Kondisi ini diakibatkan karena keterlibatan fenomena sains yang bersifat abstrak pada level sub-mikro. Representasi sub-mikro merupakan penjelasan fenomena makro secara partikulat yang tidak kasat mata dan tidak dapat disentuh, penjelasan dapat berupa diagram dan gambar [25]. Pada pokok bahasan usaha dan energi, level sub-mikro dapat dikaitkan dengan peristiwa yang tidak kasat mata dan sebagai penyebab fenomena makro terjadi, yaitu peristiwa transfer energi.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji pengaruh model pembelajaran SiMaYang. Hasil yang diperoleh model pembelajaran SiMaYang mampu menjembatani kesulitan siswa dalam memahami fenomena sains yang bersifat abstrak. Kondisi ini ditunjukkan dengan kelas yang diajar dengan model SiMaYang memiliki penguasaan konsep yang lebih tinggi dari pada penguasaan konsep kelas kontrol [21, 22, 23, 26].

Artikel ini bertujuan memaparkan hasil penelitian yang menguji pengaruh model pembelajaran SiMaYang terhadap penguasaan konsep usaha dan energi. Artikel ini menjawab pertanyaan adakah perbedaan penguasaan konsep antara siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran SiMaYang dengan siswa yang diajarkan dengan pembelajaran konvensional. Perbedaan tersebut dipaparkan pula manakah penguasaan konsep yang lebih tinggi dan penyebabnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian kuasi eksperimen ini menggunakan desain *posttest-only control group*. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 06 Malang. Kelas eksperimen dan kelas kontrol dipilih secara *purposive sampling*. Kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran SiMaYang dengan pendekatan multirepresentasi dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.



Instrumen dalam penelitian ini adalah: (1) instrumen perlakuan berupa silabus dan RPP. (2) instrumen pengukuran berupa lembar keterlaksanaan pembelajaran dan soal *posttest* yang telah di uji konstruk dan empiris. Penguasaan konsep di ukur berdasarkan taksonomi bloom yang telah disesuaikan dengan karakteristik kompetensi dasar kurikulum 2013 revisi bulan juli 2016, yaitu C1, C2, C3, C4 dan C5 dengan skor 0-5 di tiap butir soal. Pengujian hipotesis dari data penguasaan konsep menggunakan uji-t (*one tailed*) untuk dua sampel independen dengan bantuan IBM SPSS versi 20.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran SiMaYang dengan pendekatan multi representasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran

Pertemuan Ke	Keterlaksanaan Pembelajaran di Kelas Eksperimen		Keterlaksanaan Pembelajaran di Kelas Kontrol	
	Persentase	Kriteria	Persentase	Kriteria
1	96,43%	Sangat baik	89,28%	Baik
2	86,67%	Baik	84,61%	Baik
3	84,61%	Baik	80,77%	Baik
Rata-Rata	89,24%	Baik	84,88%	Baik

Uji statistik hasil *posttest* yang dihasilkan adalah data terdistribusi normal dan homogen. Dengan demikian uji hipotesis menggunakan uji statistik parametris, yaitu *one tailed t-test*. Berikut Tabel 2 merupakan hasil pengujian statistik

Tabel 2. Hasil uji statistik

Statistik	Signifikansi
Normalitas	0,108
Homogenitas	0,368
Uji-t (<i>One tailed</i>)	0,000

Berdasarkan dasar pengambilan keputusan hipotesis, nilai signifikansi 0,000 < 0,005 yang berarti penguasaan konsep kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Dengan demikian penguasaan konsep kelas yang diberi perlakuan pembelajaran SiMaYang dengan pendekatan multi representasi lebih tinggi dari pada penguasaan konsep kelas dengan pembelajaran konvensional.

Penelitian ini mengukur penguasaan konsep siswa pada tingkat kognitif C1, C2, C3, C4, dan C5. Indikator 1 mengukur penguasaan konsep siswa pada tingkat C1 yang merupakan kemampuan siswa untuk mengingat peristilahan, definisi, fakta-fakta, gagasan, pola, urutan, metodologi, prinsip dasar, dan sebagainya [27]. Keduanya sama-sama menjawab dengan benar, tetapi terdapat perbedaan



penguasaan konsep. Siswa dari kelas eksperimen menjawab dengan penjelasan alur berpikir yang logis serta menggunakan konsep yang benar dan lengkap. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan [19]. mengenai salah satu fungsi multi representasi yaitu *construct* yaitu multi representasi sebagai pembangun pemahaman yang lebih mendalam. Melalui gambar, siswa lebih baik dalam menjelaskan suatu konsep secara verbal. Faktor CM (interaksi antara *conceptual* dan *modes of representation*) pada fase eksplorasi model pembelajaran SiMaYang yang mempengaruhi siswa menjawab demikian. Faktor CM terkait pengetahuan konseptual siswa yang proporsional dan interaktif terhadap representasi sehingga mempengaruhi interpretasi terhadap representasi [23].

Indikator 2 diukur dengan soal *posttest* nomor 2 dan 3. Berdasarkan taksonomi Bloom, penguasaan konsep yang diukur pada soal ini adalah pada tingkat C2 yang merupakan kemampuan siswa untuk menjelaskan, merinci, mengemukakan, menjabarkan fakta-fakta [27]. Keduanya mampu menjelaskan suatu fenomena berdasarkan konsep usaha yang dilakukan oleh suatu gaya dengan perpindahan dan gaya membentuk sudut terhadap perpindahan. Peserta didik cenderung mengalami miskonsepsi pada gaya yang tegak lurus terhadap perpindahan dan konsep ketika benda dalam kondisi adanya gaya, usaha, dan energi tetapi tanpa ada perpindahan [28]. Ssiswa cenderung mengalami miskonsepsi pada konsep usaha positif dan usaha negatif .

Kedua siswa tersebut telah mencapai tujuan sesuai dengan indikator ketercapaian yang telah ditentukan. Pada soal nomor 2, secara matematis, keduanya sama-sama menjawab dengan benar, tetapi terdapat perbedaan kelengkapan konsep yang dijelaskan. Pada kelas eksperimen, siswa menyatakan bahwa gaya dan perpindahan membentuk sudut 90° beserta gambar, sedangkan pada kelas kontrol, siswa hanya menjelaskan karena akibat dari $\cos 90^\circ$ sehingga usahanya nol. Perbedaan kemampuan menjelaskan konsep dengan lengkap antara kelas kontrol dan kelas eksperimen terletak pada ada tidaknya representasi gambar yang dibuat siswa. Kondisi ini menunjukkan bahwa gambar dapat membantu siswa mendeskripsikan secara verbal dan matematis. Pada soal nomor 3, keduanya sama-sama menjawab dengan benar, yaitu usaha yang dilakukan gaya dorong Toni bernilai negatif karena gaya dorong Toni dan perpindahan berlawanan arah, tetapi terdapat perbedaan alur berpikir siswa. Pada kelas eksperimen, siswa menjelaskan konsep dalam representasi gambar kondisi pemberi gaya, mobil dan perpindahannya, lalu deskripsi matematis kemudian verbal. Pada kelas kontrol, siswa langsung menyatakan bahwa usaha negatif, meskipun dapat kita katakan bahwa siswa tersebut dapat berpikir cepat, tetapi guru tidak dapat mendeteksi apakah siswa tersebut benar-benar memahami konsep fenomena yang disajikan atau sekedar menghafal konsep usaha negatif ketika gaya dan perpindahan berlawanan arah. Kondisi ini di diakibatkan faktor RC dan RM yang telah dilatihkan pada siswa pada tahap model pembelajaran



SiMaYang yaitu fase eksplorasi, imajinasi, internalisasi, dan evaluasi, sehingga siswa dapat menjelaskan dengan alur berpikir yang sistematis, logis, dan lengkap dengan menyajikan dengan multi representasi yang dapat membantu menjelaskan konsepnya [23]. Dengan demikian, terlihat jelas bahwa fungsi multi representasi mampu menjadi pelengkap yang memuat informasi yang mendukung proses kognitif, pembatas kemungkinan kesalahan penerjemahan, dan sebagai pembangun pemahaman yang lebih mendalam [19].

Indikator 3 diukur dengan soal *posttest* nomor 4 dan 5. Berdasarkan taksonomi Bloom, penguasaan konsep yang diukur pada soal ini adalah pada tingkat C3 yang merupakan kemampuan siswa untuk menerapkan gagasan, prosedur, metode, dan rumus ke dalam kondisi kerja atau ke dalam situasi tertentu [27].

Pada soal nomor 4, secara matematis, hasil akhir keduanya sama-sama menjawab dengan benar, namun kelengkapan dalam menjelaskan konsep terdapat perbedaan. Pada kelas eksperimen, selain siswa menyajikan dalam representasi matematis, ia juga menjelaskan dengan verbal dan gambar sebagai penjelasan makna dari matematis, yaitu usaha positif ketika dikaitkan dengan meningkatnya energi kinetik akibat meningkatnya kelajuan. Faktor yang mengakibatkan adalah CRM, yaitu siswa dapat melibatkan semua faktor kemampuan dasar yang dimiliki agar dapat menginterpretasikan representasi dengan baik [23].

Pada soal nomor 5, terdapat perbedaan penguasaan konsep. Pada kelas kontrol, ketika kita melihat perhitungan, dapat dideteksi terdapat miskonsepsi. Siswa tersebut belum mampu mengaitkan hubungan usaha dan energi. Siswa tersebut belum memahami bahwa usaha setara dengan perubahan energi potensial. Pada kelas eksperimen, siswa tersebut menjelaskan secara verbal makna dari matematis, yaitu usaha positif ketika dikaitkan dengan meningkatnya energi potensial akibat meningkatnya ketinggian terhadap titik acuan. Dengan demikian, kita dapat melihat alur imajinasi konsep siswa dan menerapkannya pada suatu masalah melalui representasi yang digunakan siswa.

Peserta didik memiliki peran yang aktif dalam menelusuri informasi (pengetahuan konseptual), menemukan sifat-sifat, pola, rumus, simbol dan penyelesaian masalah melalui proses mengamati dan membayangkan dengan imajinasinya [23]. Kondisi ini diakibatkan perbedaan siswa dari segi faktor RC, CM, RM, dan RCM yang diterapkan pada model pembelajaran SiMaYang pada fase eksplorasi dan imajinasi. Siswa eksperimen terbiasa menyelesaikan dengan mengaitkan pengetahuan konseptual dari hasil penalaran terhadap model representasi yang dia buat [23].

Indikator 4 diukur dengan soal *posttest* nomor 6. Berdasarkan taksonomi Bloom, penguasaan konsep yang diukur pada soal ini adalah pada tingkat C4 yang



merupakan tingkat kemampuan siswa dalam menganalisa informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungan, dan mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat [27].

Kedua siswa tersebut telah mencapai tujuan sesuai indikator yang telah ditentukan. Terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam menganalisis fenomena, yaitu siswa kelas eksperimen menjelaskan konsep dengan alur berpikir logis, menggunakan konsep yang benar, serta sistematis. Kelengkapan penjelasan konsep dapat dilihat dari macam-macam representasi yang dibuat, penjelasan verbal, dan matematis. Siswa menjawab soal konsep dengan multi representasi yaitu fenomena yang dideskripsikan dengan kata-kata yang merupakan representasi verbal dari proses [9]. Selanjutnya, sebuah sketsa atau gambar yang disebut representasi gambar digunakan untuk merepresentasikan proses. Kemudian diikuti dengan representasi fisis yang melibatkan lebih banyak deskripsi tentang fisika seperti diagram benda bebas dan grafik. Terakhir, proses direpresentasikan secara matematika dengan menggunakan prinsip fisika dasar untuk menggambarkan proses.

Penguasaan konsep siswa kelas kontrol ketika menjelaskan energi kinetik dan potensial sudah benar, tetapi ketika mengaitkan dengan kekekalan energi mekanik masih salah. Multi representasi dapat meningkatkan daya analisis konseptual peserta didik sehingga dapat mengintegrasikan suatu konsep satu dengan yang lain konsep dengan baik [30]. Kondisi ini dicapai karena fungsi dari multi representasi adalah sebagai pelengkap informasi, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman yang lebih dalam [19]. Selain itu, faktor CRM yang biasa diterapkan pada siswa kelas eksperimen pada tahap internalisasi dan evaluasi memberi dampak penguasaan konsep yang baik. Faktor CRM tersebut berperan pada kemampuan siswa melibatkan semua faktor yang mempengaruhi siswa dalam menerjemahkan representasi dengan baik [23].

Indikator 5 diukur dengan soal *posttest* nomor 7. Berdasarkan taksonomi Bloom, penguasaan konsep yang diukur pada soal ini adalah pada tingkat C5 yang merupakan tingkat kemampuan siswa dalam memberikan gagasan, penilaian terhadap solusi gagasan dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya [27]. Keduanya diminta mengajukan gagasan dengan menerapkan hukum kekekalan energi mekanik pada gerak di bidang melengkung.

Terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu, ketika mereka menyatakan gagasannya terkait fenomena yang disajikan. Pada kelas eksperimen, tidak ada satupun siswa yang menjawab dengan benar (skor 5), maksimum 4, yang berarti jawaban benar tetapi kurang lengkap. Kedua siswa sudah menjawab benar, ia mengungkapkan gagasannya untuk menjaga si pemain



sketler bergerak bolak-balik ke titik A-B dalam waktu lama yang seharusnya dikondisikan adalah permukaannya yang licin, agar tidak ada gaya gesek, namun siswa tersebut belum menyebutkan keterkaitannya dengan hukum kekekalan energi mekanik. Pada kelas kontrol, alur berpikir siswa tidak jelas. Dengan demikian, penguasaan konsep kelas eksperimen ketika mereka diminta mengajukan gagasan masih lebih baik dari pada penguasaan konsep kelas kontrol. Kondisi ini dapat dicapai karena pembelajaran dengan pendekatan multi representasi juga dapat memperbaiki kemampuan siswa dalam menjelaskan (memberi alasan) dari sebuah fenomena [31]. Faktor RC yang bisa diterapkan pada fase eksplorasi dan evaluasi pada model pembelajaran SiMaYang yang mengakibatkan demikian, karena faktor tersebut terkait pengetahuan konseptual dari dalam individu [23].

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan siswa kelas eksperimen yaitu siswa yang diajar dengan model pembelajaran SiMaYang memiliki penguasaan konsep lebih baik dari pada siswa kelas kontrol yaitu kelas dengan pembelajaran konvensional. Kelompok yang diberi perlakuan pembelajaran multi representasi dengan strategi khusus memperoleh keuntungan yaitu lebih menguasai konsep karena fungsi pembelajaran multi representasi adalah sebagai pelengkap informasi, pembatas interpretasi, dan peembangun pemahaman yang lebih dalam [19]. Selain itu, terdapat hasil penelitian lainnya yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan penguasaan konsep antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Kelas yang diajar dengan model SiMaYang memiliki penguasaan konsep yang lebih tinggi dari pada penguasaan konsep kelas kontrol, kondisi ini diperoleh akibat tujuan utama model pembelajaran SiMaYang adalah membangun penguasaan konsep berdasarkan pendekatan multi representasi [21, 22, 23, 26].

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran SiMaYang lebih tinggi dari pada penguasaan konsep siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penerapan model pembelajaran SiMaYang pada materi fisika yang lain. Materi fisika yang khususnya yang membutuhkan multi representasi, contohnya fisika termodinamika, listrik-magnet, dan kuantum.

Daftar Rujukan

- [1] Kurnaz, M. A., & Arslan, A. S. 2014. Effectiveness of Multiple Representations for Learning Energy Concepts: Case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116(29):627-632.
- [2] Stephanik, B. M., & Shaffer, P. S. 2011. Examining student ability to interpret and use potential energy diagrams for classical systems. *AIP Conference*



- Proceedings*, 1413(1):367-370.
- [3] Watts, D. M. 1983. Some alternative views of energy. *Physics education*, 18(5): 213-220.
- [4] Serway, R. A., & John W. Jewett, J. 2014. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- [5] Brewster, E. 2011. Energy as a substance-like quantity that flows: Theoretical considerations and pedagogical consequences. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2): 201-206.
- [6] Close, E. W., Close, H. G., McKagan, S. B., Scherr, R. E., Singh, C., Sabella, M., & Rebello, S. 2010. Energy in action: The construction of physics ideas in multiple modes. *Aip Conference Proceedings*, 1289(1): 100-105.
- [7] Knight, Randall. 2008. Using Multiple Representations to Understand Energy. *Advanced Placement Program (AP Physics)*, 30(2): 29-56.
- [8] Goldin, G. A. 2002. Representation in mathematical learning and problem solving. *Handbook of international research in mathematics education*, 93(34) 197-218.
- [9] Heuvelen, V. A., & Zou, X. 2001. Multiple representations of work–energy processes. *American Journal of Physics*, 69(2): 184-194.
- [10] Ainsworth, S. 2006. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16(3): 183-198.
- [11] Brooks, M. 2009. Drawing, visualisation and young children’s exploration of “big ideas”. *International Journal of Science Education*, 31(3): 319-341.
- [12] Glazer, N. 2011. Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2): 183-210.
- [13] Heckler, A. F. 2010. Some consequences of prompting novice physics students to construct force diagrams. *International Journal of Science Education*, 32(14):1829-1851.
- [14] Nguyen, D. H., & Rebello, N. S. 2011. Students’ understanding and application of the area under the curve concept in physics problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(1): 101-108.
- [15] Prain, V., & Waldrip, B. 2006. An exploratory study of teachers’ and students’ use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15): 1843-1866.
- [16] Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. 2009. Do students use and understand free-body diagrams?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5(1):221-225.
- [17] Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. 2006. Learning Junior Secondary Science Through Multi- Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1):654-661.
- [18] Nieminen, P., Savinainen, A., Nurkka, N., & Viiri, J. 2011. An intervention for using multiple representations of mechanics in upper secondary school courses. In *Proceedings of the ESERA 2011 Conference, Lyon*, 87(140): 202-



- 208.
- [19] Ainsworth, S. 1999. The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2): 131-152.
- [20] Arends, R. 2012. *Learning to Teach, 9th edition*. New York: The Mc. Graw-Hill Companies.
- [21] Afdila, D., Sunyono, S., & Efkhar, T. 2015. Penerapan Simayang Tipe II pada Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(1): 6-14.
- [22] Fauziyah, N., Sunyono, S., & Efkhar, T. 2015. Pembelajaran Model Simayang Tipe II Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(1): 54-65.
- [23] Sunyono. 2015. *Model Pembelajaran Multipel Representasi*. Media Akademi: Jakarta.
- [24] Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. 2009. A model of factors determining students' ability to interpret external representations in biochemistry. *International Journal of Science Education*, 31(2): 193-232.
- [25] Rappoport, L. T., & Ashkenazi, G. 2008. Connecting levels of representation: Emergent versus submergent perspective. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1585-1603.
- [26] Hananto, R. A. 2015. Lembar Kerja Siswa Konsep Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit dengan Model SiMaYang Tipe II. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4 (1): 13-24.
- [27] Anderson, L. W. & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assising: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Yogyakarta: Terjemahan. Pustaka Belajar.
- [28] Hasim, W. 2012. Identifikasi Miskonsepsi Materi Usaha, Gaya dan Energi dengan Menggunakan CRI Pada Siswa Kelas VIII SMPN 1 Malangke Barat. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 6(1): 45-51.
- [30] Nugraha, H. A. 2014. Analisis Miskonsepsi Topik Usaha Dan Energi Siswa Kelas XI Setelah Pembelajaran Kooperatif Menggunakan Simulasi Komputer (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- [31] Kohl, P. B., Rosengrant, D., Finkelstein, N. 2007. Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(1): 101-108.
- [32] Sutopo, Waldrip, B. 2013. Impact Of A Representational Approach On Students'reasoning And Conceptual Understanding In Learning Mechanics. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 12(4): 741-765.