

Implementasi Model *IBMR* Berbantu *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi pada Pembelajaran Fisika

J Siswanto

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, Jl. Lontar No. 1 Semarang

E-mail: jokosiswanto@upgris.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektifan model pembelajaran *IBMR* berbantu *PhET simulation* untuk meningkatkan kemampuan representasi pada pembelajaran fisika. Penelitian ini dilakukan menggunakan desain kuasi eksperimen one group pre-test dan post-test pada 20 mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi Universitas PGRI Semarang yang memprogram perkuliahan fisika dasar. Data penelitian dikumpulkan dari pre-test dan post-test kemampuan representasi yang didukung observasi keterlaksanaan pembelajaran. Analisis data menggunakan uji-t berpasangan dan n-gain untuk menghitung serta menentukan kriteria peningkatan kemampuan representasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi model *IBMR* berbantu *PhET simulation* adalah efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa dengan skor $\langle g \rangle = 0,59$ (kriteria sedang).

Kata kunci: model IBMR, PhET simulation, kemampuan representasi, pembelajaran fisika, keefektifan pembelajaran

Abstract. This study aims to analyze the effectiveness of the *IBMR* learning model assisted by phet to improve the ability of representation in physics learning. The research design used quasi-experiment one group pre-test and post-test conducted on 20 students of Information Technology Education at Universitas PGRI Semarang who programmed basic physics courses. The research data was collected from pre-test and post-test the ability of representation supported by observations of the implementation of learning. Data analysis uses paired t-test and n-gain to calculate and determine the criteria of increase of the representation ability. The results showed that the implementation of the *IBMR* model assisted by phet simulation was effective in increasing the ability of representation of students with gain score $\langle g \rangle = 0,59$ (moderate criteria).

Keywords: IBMR model, phet simulation, the ability of representation, learning physics, the effectiveness of learning

1. Pendahuluan

Kemampuan representasi sangat diperlukan dalam pembelajaran fisika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan representasi diperlukan dalam pemodelan fisika sehingga mendukung pemahaman konsep [1]. Penguasaan materi fisika memerlukan pemahaman konsep. Representasi konsep fisika dengan berbagai mode dapat membantu pemahaman sesuai dengan representasi yang paling tepat dan mudah dipahami. Selain itu, kemampuan representasi mendukung pemecahan masalah fisika [2, 3, 4, 5]. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa kemampuan representasi penting untuk dikuasai mahasiswa.

Konsep atau proses fisika dapat disajikan dengan multi representasi. Penyajian konsep atau proses fisika dengan berbagai mode representasi dapat mengatasi kesulitan belajar fisika [6]. Representasi merupakan sesuatu yang dapat mewakili, melambangkan, atau menggambarkan dengan suatu

konfigurasi (bentuk atau susunan) [7]. Senada dengan itu, mendefinisikan representasi adalah sesuatu yang menggambarkan, mewakili, atau menyimbolkan objek atau proses sains [8]. Representasi dalam pembelajaran fisika terdiri atas representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika [9]. Representasi verbal berfungsi memberikan definisi dari suatu konsep. Format matematis berfungsi untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif berdasarkan representasi kualitatif. Format gambar atau diagram berfungsi membantu memvisualisasikan konsep yang masih bersifat abstrak. Format berfungsi untuk merepresentasikan penjelasan yang panjang dari suatu konsep. Kemampuan menyajikan konsep atau proses fisika dengan mode tertentu adalah kemampuan representasi [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Proses representasi terkait dengan menyajikan dari mode representasi sumber ke mode representasi target [12]. Indikator kemampuan representasi yaitu berdasarkan kualitas mode representasi (verbal, gambar, grafik, dan/atau matematika) [11, 15].

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa setelah menempuh perkuliahan fisika dasar memiliki kemampuan representasi konsep fisika dengan kategori rendah [16]. Merujuk pada pentingnya kemampuan representasi untuk membantu pemahaman konsep dan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika, maka diperlukan upaya untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa. Dalam penelitian ini, dilakukan implementasi model *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)* berbantu *PhET (Physics Education Technology) Simulation*.

Model pembelajaran *IBMR* dirancang dengan salah satu tujuannya untuk meningkatkan kemampuan representasi dalam pembelajaran fisika. Sintaks model pembelajaran *IBMR* yaitu orientasi, investigasi, multi representasi, aplikasi, dan evaluasi [17]. Pada fase orientasi disajikan fenomena fisika dan identifikasi konsep fisika yang relevan, kemudian menyelidiki ilmiah terhadap fenomena pada fase investigasi. Pada fase multi representasi, dilakukan penyajian hasil investigasi menggunakan berbagai mode representasi. Pada fase aplikasi, diaplikasikan multi representasi untuk pemecahan masalah fisika, dan pada fase evaluasi dilakukan pengecekan proses dan hasil pemecahan masalah serta pemberian tindak lanjut.

PhET Simulation merupakan simulasi interaktif yang dikembangkan oleh tim Universitas Colorado, menggunakan grafis dengan visual animasi dan model konsep yang digunakan oleh fisikawan ahli Serikat [18, 19]. *PhET Simulation* menggabungkan hasil penelitian dan percobaan sehingga memungkinkan pengguna untuk menghubungkan fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya, mendukung pendekatan interaktif dan kontrukvis, memberikan umpan balik, dan menyediakan tempat kerja. Salah satu kelebihanannya adalah pengguna dapat melakukan percobaan secara virtual dengan kondisi yang ideal, yang sebenarnya tidak dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yang sebenarnya. Dalam penelitian ini, *PhET Simulation* digunakan pada fase investigasi.

Pada artikel ilmiah ini, diuraikan efektifitas dari implementasi model pembelajaran *IBMR* berbantu *PhET Simulation* untuk meningkatkan kemampuan representasi pada pembelajaran fisika. Selain itu, diuraikan juga keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *IBMR* berbantu *PhET Simulation* sehingga mendukung peningkatan kemampuan representasi mahasiswa.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pre-eksperimen dengan menggunakan desain *one group pre-test and post-test*, yaitu: O1 X O2 [13]. O1 merupakan *pre-test* kemampuan representasi, X merupakan implementasi model *IBMR* berbantu phet simulation, dan O2 merupakan *post-test* kemampuan representasi. Penelitian dilakukan terhadap 20 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas PGRI Semarang yang memprogram perkuliahan fisika dasar pada semester Genap tahun akademik 2018/2019. Tes tertulis dilakukan untuk mendapatkan data kemampuan representasi mahasiswa dan observasi dilakukan untuk mendapatkan data keterlaksanaan pembelajaran. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji-t berpasangan dan n-gain. Uji-t berpasangan digunakan untuk menganalisis perbedaan kemampuan representasi mahasiswa antara sebelum dan sesudah dilakukan pembelajaran menggunakan model *IBMR* berbantu *PhET simulation*. Peningkatan kemampuan representasi mahasiswa dihitung menggunakan n-gain. Adapun hasil perhitungan peningkatan tersebut, dikategorikan tinggi apabila $n\text{-gain} \geq 0,70$, kategori sedang apabila $0,70 > n\text{-gain} \geq 0,30$, kategori rendah apabila $n\text{-gain} < 0,30$ [20]. Sedangkan keterlaksanaan pembelajaran dihitung dan dikategorikan sesuai pada Tabel 1.

Tabel 1. Interval dan Kategori Keterlaksanaan dan Aktivitas Pembelajaran [21]

Interval Skor	Kategori
$3,25 \leq S < 4,00$	Sangat baik/ Sangat Relevan
$2,50 \leq S < 3,25$	Baik/ Relevan
$1,75 \leq S < 2,50$	Kurang baik/ Kurang Relevan
$1,00 \leq S < 1,75$	Tidak baik/ Tidak Relevan

Keterangan: S = Skor

3. Hasil dan Pembahasan

Kemampuan representasi mahasiswa yang diperoleh dari tes sebelum implementasi model pembelajaran *IBMR* berbantu *PhET Simulation* (*pre-test*) dan setelahnya (*post-test*) dianalisis dan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Uji-t Kemampuan Representasi Mahasiswa Sebelum (*Pre-Test*) dan Sesudah Pembelajaran (*Post-Test*)

Tes	Min	Mak	R	Normalitas	Homogenitas	Uji-t ($\alpha = 0,05$)
Pre	41,67	60,71	46,62	0,200		
Post	73,81	89,29	78,01	0,058	0,225	$p < 0,001$

Tabel 3. Hasil Perhitungan *n-gain* <g>

Indikator Representasi	<i>Pre-test</i>			<i>Post-test</i>			<g>	
	Rerata	Ketuntasan		Rerata	Ketuntasan		Skor	Kriteria
		%	Ket		%	Ket		
Verbal	55,27	16	Tidak Tuntas	85,48	97	Tuntas	0,68	Sedang
Gambar	50,86	3	Tidak Tuntas	82,80	100	Tuntas	0,65	Sedang
Grafik	29,03	26	Tidak Tuntas	60,22	68	Tidak Tuntas	0,44	Sedang
Matematika	51,31	16	Tidak Tuntas	83,56	100	Tuntas	0,66	Sedang
Rata-rata	46,62	3	Tidak Tuntas	78,01	100	Tuntas	0,59	Sedang

Tabel 4. Keterlaksanaan Pembelajaran dan Aktivitas Mahasiswa

Fase	Rerata Keterlaksanaan Pembelajaran				Rerata Aktivitas Mahasiswa			
	S	k	R (%)	k	S	k	R (%)	k
Orientasi	3,80	SB	96	Rel	3,80	SR	96	Rel
Investigasi	3,25	SB	93	Rel	3,25	SR	93	Rel
Multirepresentasi	3,00	B	100	Rel	3,00	R	100	Rel
Aplikasi	3,50	SB	86	Rel	3,50	SR	86	Rel
Evaluasi	3,00	B	100	Rel	3,00	R	100	Rel

Keterangan: S =Skor keterlaksanaan/aktivitas; R = reliabilitas, k = kriteria, SB = Sangat Baik, B = Baik, SR = Sangat Relevan, R = Relevan

Berdasarkan hasil analisis data yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan representasi mahasiswa sebelum dan sesudah diberikan pembelajaran melalui implementasi model *IBMR* berbantu *PhET Simulation*, dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil perhitungan uji-t berpasangan didapatkan nilai p-value $< 0,001$.

Hasil perhitungan skor gain <g> yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa setiap indikator kemampuan representasi mengalami peningkatan dengan kriteria sedang, setelah diberikan

pembelajaran melalui implementasi model *IBMR* berbantu *PhET Simulation*. Sebelum pembelajaran, secara rata-rata mahasiswa tidak tuntas untuk setiap indikator kemampuan representasi, baik verbal, gambar, grafik, maupun matematika. Sedangkan setelah pembelajaran, hanya indikator representasi grafik yang tidak tuntas dan yang lainnya adalah tuntas. Peningkatan kemampuan representasi terbesar yang ditunjukkan dengan hasil perhitungan skor gain $\langle g \rangle$ adalah pada representasi verbal dan terkecil pada representasi grafik. Secara rata-rata peningkatan kemampuan representasi mahasiswa dihitung dengan skor gain $\langle g \rangle$ adalah 0,59 dengan kriteria sedang.

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa implementasi model *IBMR* berbantu *PhET Simulation* pada pembelajaran fisika adalah efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa. Pembelajaran dapat dikategorikan efektif apabila hasilnya meningkat sesuai dengan tujuan yang ditetapkan [17]. Mahasiswa menunjukkan peningkatan kemampuan representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika, dengan kategori sedang.

Model pembelajaran *IBMR* berbantu *PhET Simulation* secara eksplisit memfasilitasi pembelajaran menggunakan representasi. Diperlukan upaya sadar melibatkan mahasiswa agar mahasiswa mampu membangun representasi [13, 22]. Pembelajaran mendukung penggunaan berbagai representasi, menyediakan kesempatan lebih baik untuk mencapai tujuan, pembelajaran menjadi lebih jelas dan bermakna, serta akan menguasai kompetensi ilmiah dalam merepresentasikan informasi dengan cara yang beragam [1, 23, 24] Hasil ini juga sesuai dengan teori konstruktivis kognitif bahwa mahasiswa akan terlibat secara aktif dalam proses mendapatkan informasi dan mengonstruksi pengetahuan mereka sendiri [25].

Investigasi mendukung mahasiswa dalam menyajikan konsep atau proses fisika dengan multi representasi [17] Mahasiswa yang melakukan investigasi ilmiah lebih baik dalam menyajikan konsep fisika dengan format verbal, gambar, grafik, atau matematika. Pada proses investigasi dibantu dengan *PhET Simulation* semakin memberikan kemudahan dalam melakukan percobaan secara ideal. Melalui penggunaan *PhET Simulation*, memungkinkan mahasiswa menghubungkan fenomena yang disajikan pada fase orientasi dan mendukung pendekatan interaktif dan konstruktif [19]. Penggunaan *PhET Simulation* mendorong peserta didik untuk meningkatkan dalam melakukan percobaan sehingga diperoleh ketuntasan hasil belajar [18].

Peningkatan kemampuan representasi mahasiswa didukung proses pembelajaran yang berkualitas, yang dalam penelitian ini ditunjukkan dengan keterlaksanaan pembelajaran. Keterlaksanaan pembelajaran oleh dosen dan aktivitas mahasiswa yang relevan dalam pembelajaran memiliki kriteria yang baik seperti yang disajikan pada Tabel 4. Peningkatan hasil belajar didukung keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas mahasiswa yang relevan [18, 26]. Pembelajaran yang berkualitas akan mendukung peningkatan hasil belajar [27].

4. Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa bahwa implementasi model *IBMR* berbantu *PhET Simulation* pada pembelajaran fisika efektif meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa. Setiap indikator representasi verbal, gambar, grafik, dan matematis meningkat dengan kriteria sedang. Keterlaksanaan pembelajaran setiap fase secara rata-rata dalam kriteria baik dan sangat baik, serta aktivitas mahasiswa dalam kategori sangat relevan dan relevan. Melalui penelitian direkomendasikan untuk melakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam terkait dengan beban kognitif dan gaya belajar dalam pembelajaran menggunakan model *IBMR* berbantu *PhET Simulation* termasuk memperhatikan gender.

Daftar Pustaka

- [1] Etkina E, Warren A, and Gentile M 2006 *The Physics Teacher* **44** 1
- [2] Maries A 2013 *Role of multiple representations in physics problem solving* (PhD Dissertation, University of Pittsburgh) (<https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm? ID= 13052& DocID = 3616>)
- [3] Sinaga P, Suhandi A, and Liliarsari 2014 *International Journal of Research in Applied Natural and Social Sciences* **2** 4
- [4] Haratua T M S and Sirait J 2016 *American Journal of Educational Research* **4** 1
- [5] Huda C, Siswanto J, Kurniawan A F, and Nuroso H 2016 *Journal of Physics: Conference Series* **739**

- [6] Dolin J 2001 Representation forms in physics in D Psillos, Kariotoglou P, Tselfes V, Bisdikian G, Fassouloupoulos G, Hatzikraniotis E, Kallery M (Ed), *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society, Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki*
- [7] Goldin G A 2002 Representation in mathematical learning and problem solving in L D English (Ed) *Handbook of International Research in Mathematical. Education, Mahwah, NJ: Erlbaum*
- [8] Waldrup B 2008 *Proceeding The 2nd International Seminar on Science Education* UPI Bandung.
- [9] Waldrup B, Prain V, and Carolan J 2010 *Research in Science Education* **40** 1
- [10] Ainsworth S 1999 *Computers & Education* **33** 2
- [11] Etkina E, Van Heuvelen A, Brahmia W S, Brookes D T, Gentile M, Murthy S, Rosegrant D, and Warren A 2006 *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* **2**
- [12] Bosse M J, Gyamfi K A, and Chandler K 2012 *School Science and Mathematics* **112** 3
- [13] Sinaga P, Suhandi A, and Liliasari 2015 *International Journal of Instruction* **8** 1
- [14] Haili H, Maknun J, and Siahaan P 2017 *Proceeding of AIP Conference*
- [15] Sarwanto S 2013 *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, **3** 2
- [16] Siswanto J 2015 *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains UPGRIS Semarang*
- [17] Siswanto J, Susantini E, and Jatmiko B 2018 *Journal of Baltic Science Education (JBSE)* **17** 3
- [18] Prihatiningtyas S Prastowo T, and Jatmiko B 2013 *Jurnal Pendidikan. IPA Indonesia* **2** 1
- [19] Perkins K, Adams W, Dubson M, Finkelstein N, Reid S, and Wieman C 2006 *Physics The Physics Teacher* **44**
- [20] Hake R 1998 *American Journal of Physics* **66** 1
- [21] Suharsimi A 2010 *Manajemen penelitian* (Jakarta: Rineka Cipta)
- [22] Bahtaji M A A and Roleda L S 2014 *Improving transfer of learning through graphical representation* De La Salle University Research Congress Manila
- [23] Abera D and Kahsay G 2013 *Latin American Journal of Physics Education* **7** 3
- [24] McDermott L C 2001 *American Journal of Physics*, **69** 11
- [25] Moreno R 2010 *Educational psycology* (New York: John Wiley & Sons Inc)
- [26] Siswanto J 2018 2 *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* **9** 2
- [27] Hamzah U 2007 *Model Pembelajaran Menciptakan Proses Belajar Mengajar yang Kreatif dan Efektif* (Jakarta: PT Bumi Aksara)