



Perbandingan Efektivitas Simulasi PhET dan Alat Peraga Mobil-Mobilan Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep GLB dan GLBB

Sri Suryati

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Helnoviandra

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Alamat: Jl. Raya Jambi Muara Bulian Km 15, Desa Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi

Korespondensi penulis: srisuryati2004@gmail.com

Abstract. *This study aims to compare the effectiveness of the PhET simulation of pacing and toy cars accompanied by discussions on improving the understanding of the concepts of Uniform Linear Motion (GLB) and Uniformly Accelerated Linear Motion (GLBB). The background of this study is based on students' difficulties in visualizing motion quantities, so that learning media that can present concrete and digital representations are needed. The research method used a quasi-experimental design with a Pretest–Posttest Two Group Design in two grades of high school. The instrument was 30 validated multiple-choice questions. Analysis of understanding improvement was carried out using normalized gain (N-Gain). The results showed that class E7 with the PhET simulation achieved 69.44% in the high improvement category, while class E3 with the toy cars achieved 75% in the same category. These findings indicate that both media are effective, but the toy cars provide a more even improvement because concrete experiences make it easier for students to connect theory with real phenomena. This study emphasizes the importance of selecting learning media that suit the characteristics of the concept and students' needs to optimize physics learning outcomes.*

Keywords: *Teaching aids, GLB–GLBB, N-Gain, Physics learning, PhET.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas simulasi PhET mondar-mandir dan alat peraga mobil-mobilan disertai diskusi terhadap peningkatan pemahaman konsep Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Latar belakang penelitian ini berangkat dari kesulitan siswa dalam memvisualisasikan besaran-besaran gerak, sehingga diperlukan media pembelajaran yang mampu menghadirkan representasi konkret maupun digital. Metode penelitian menggunakan kuasi-eksperimen dengan desain Pretest–Posttest Two Group Design pada dua kelas X SMA. Instrumen berupa 30 soal pilihan ganda yang telah divalidasi. Analisis peningkatan pemahaman dilakukan menggunakan normalized gain (N-Gain).

Received Desember 02, 2025; Revised Desember 04, 2025; Accepted Desember 05, 2025

*Corresponding author, srisuryati2004@gmail.com

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas E7 dengan simulasi PhET memperoleh 69,44% kategori peningkatan tinggi, sedangkan kelas E3 dengan alat peraga mencapai 75% pada kategori yang sama. Temuan ini mengindikasikan bahwa kedua media efektif, tetapi alat peraga mobil-mobilan memberikan peningkatan yang lebih merata karena pengalaman konkret memudahkan siswa menghubungkan teori dengan fenomena nyata. Penelitian ini menegaskan pentingnya pemilihan media pembelajaran yang sesuai karakteristik konsep dan kebutuhan siswa untuk mengoptimalkan hasil belajar fisika.

Kata kunci: Alat peraga, GLB–GLBB, N-Gain, Pembelajaran fisika, PhET.

LATAR BELAKANG

Pembelajaran fisika di sekolah menengah sering dianggap sulit oleh siswa karena banyak konsep bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan representasi yang baik. Salah satu materi yang sering menimbulkan kebingungan adalah Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) (Saomi & Kade, 2021). Materi ini menuntut siswa memahami hubungan antara jarak, waktu, kecepatan, dan percepatan secara sistematis. Kondisi ini menunjukkan perlunya media pembelajaran yang mampu membantu siswa memvisualisasikan konsep secara lebih konkret. Oleh karena itu, pemilihan media pembelajaran yang efektif menjadi hal penting dalam peningkatan pemahaman konsep siswa (Wahidin, 2025).

Simulasi PhET merupakan salah satu media berbasis teknologi yang menyediakan visualisasi interaktif sehingga siswa dapat mengamati perubahan besaran fisika secara langsung (Budhi, 2025), (Utama, 2025). PhET memungkinkan siswa melakukan eksplorasi mandiri melalui manipulasi variabel-variabel gerak sehingga pengalaman belajar menjadi lebih bermakna (Riset et al., 2024), (Sopacua & Sopacua, 2025). Penggunaan simulasi digital ini diyakini mampu memperjelas hubungan konsep GLB–GLBB yang sulit dipahami secara abstrak. Meskipun demikian, implementasi media berbasis teknologi tetap perlu dibandingkan dengan media konkret yang biasa digunakan di sekolah. Hal ini penting agar diperoleh bukti empiris mengenai keunggulan masing-masing pendekatan pembelajaran.

Selain media digital, alat peraga sederhana merupakan alternatif pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung melalui pengamatan fenomena fisik di sekitar. Alat peraga membantu siswa memahami konsep gerak melalui percobaan nyata yang

dapat diamati dan diukur secara langsung (Prasetyarini et al., 2013), (Hakim & Kurniawan, 2024). Pembelajaran dengan alat peraga juga dapat meningkatkan rasa ingin tahu dan pemahaman prosedural siswa (Pambudi et al., 2018), (Abrar & Mahmudah, 2023). Walaupun bersifat manual, pendekatan ini tetap relevan karena dapat menjembatani konsep fisika dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Namun, efektivitas alat peraga dibandingkan media simulasi perlu diuji secara sistematis.

Dalam konteks mata kuliah Perlakuan Pendidikan, penelitian ini menerapkan dua perlakuan pembelajaran berbeda untuk menilai dampaknya terhadap pemahaman siswa. Kedua kelas diberikan materi yang sama tetapi menggunakan media yang berbeda, yaitu simulasi PhET dan alat peraga sederhana. Pengukuran pemahaman siswa dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan agar tingkat peningkatan dapat dianalisis secara objektif. Penggunaan pretest dan posttest memberikan gambaran perubahan kemampuan siswa setelah mengikuti pembelajaran. Dengan demikian, hasil belajar dapat dinilai secara lebih tepat melalui perhitungan peningkatan skor.

Analisis peningkatan pemahaman siswa dilakukan menggunakan *normalized gain* (N-Gain) sebagai indikator efektivitas masing-masing perlakuan. N-Gain digunakan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan yang terjadi dibandingkan potensi peningkatan maksimal siswa. Metode ini dianggap sesuai karena mampu menggambarkan kualitas pembelajaran secara lebih akurat daripada sekadar membandingkan nilai rata-rata. Hasil N-Gain akan menunjukkan apakah media pembelajaran memberikan peningkatan rendah, sedang, atau tinggi. Temuan tersebut menjadi dasar dalam menyimpulkan media mana yang lebih efektif dalam pembelajaran GLB–GLBB.

KAJIAN TEORITIS

1. Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak Lurus Beraturan (GLB) merupakan gerak benda dengan kecepatan tetap sehingga grafik posisi terhadap waktu berbentuk garis lurus (Artiawati et al., 2016), (Chamdani, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa siswa sering mengalami miskonsepsi pada GLB karena kesulitan menghubungkan grafik dengan fenomena nyata (Febriana & Nada, 2021). Banyak siswa hanya menghafal bentuk grafik tanpa memahami makna fisis di balik kemiringan grafik, hubungan nilai slope dengan kecepatan, maupun konteks

gerak yang sesungguhnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pemahaman siswa masih berada pada level prosedural dan belum mencapai pemahaman konseptual yang lebih dalam.

Sementara itu, Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) adalah gerak dengan percepatan konstan, di mana kecepatan berubah secara linear terhadap waktu. Studi yang dilakukan oleh (Muzakki et al., 2022) menunjukkan bahwa pemahaman siswa mengenai GLBB dapat meningkat ketika pembelajaran memberikan kesempatan observasi langsung terhadap percepatan. Penguasaan GLB dan GLBB penting sebagai dasar kinematika karena kedua materi ini merupakan fondasi untuk mempelajari gerak lebih kompleks. Dengan demikian, konsep ini menjadi fokus utama dalam evaluasi pembelajaran fisika terutama ketika menguji efektivitas media pembelajaran tertentu.

Penguasaan GLB dan GLBB penting sebagai dasar kinematika karena kedua materi ini merupakan fondasi untuk mempelajari gerak yang lebih kompleks, seperti gerak parabola, dinamika benda, hingga konsep momentum dan energi (Nasution et al., 2025). Ketidaktuntasan pemahaman pada kedua konsep dasar ini seringkali berdampak pada kesulitan siswa dalam mengikuti materi fisika selanjutnya. Dengan demikian, konsep GLB dan GLBB menjadi fokus utama dalam berbagai penelitian evaluasi pembelajaran fisika, terutama ketika menguji efektivitas media, strategi, atau metode pembelajaran tertentu dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Pemahaman yang baik terhadap dua konsep ini bukan hanya mencerminkan keberhasilan pembelajaran kinematika, tetapi juga menjadi indikator penting dalam menilai kualitas intervensi pembelajaran yang diterapkan.

2. Simulasi PhET dan Alat Peraga Mobil-mobilan dalam Pembelajaran Fisika

Simulasi PhET telah banyak diteliti sebagai media yang mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui visualisasi interaktif. Penelitian oleh (Rararati et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan PhET dapat meningkatkan kemampuan representasi grafik siswa pada materi gerak. Keunggulan utama simulasi ini terletak pada tampilannya yang simultan, di mana grafik dan gerakan benda dapat diamati bersamaan. Hal ini memungkinkan siswa untuk mengamati perubahan variabel secara real time serta memahami makna fisika di balik setiap kurva yang muncul. Dengan

demikian, siswa tidak hanya menghafal bentuk grafik, tetapi dapat mengaitkannya langsung dengan fenomena gerak yang sedang berlangsung.

Simulasi digital meningkatkan motivasi belajar siswa dan memperkuat pemahaman konseptual, terutama pada konsep yang bersifat abstrak seperti GLB–GLBB (Magfirah, 2024). Kondisi ini menciptakan suasana belajar yang lebih konstruktif dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Melihat berbagai temuan tersebut, PhET menjadi alternatif media digital yang relevan dan potensial untuk meningkatkan hasil belajar fisika. Kemampuannya dalam menghadirkan visualisasi yang jelas, memperkuat kemampuan representasi multi-besaran, serta mendorong aktivitas eksploratif menjadikan PhET sebagai salah satu media pembelajaran yang sangat sesuai digunakan untuk memperdalam pemahaman konsep gerak lurus.

Penggunaan alat peraga konkret seperti mobil-mobilan terbukti efektif membantu siswa memahami konsep gerak melalui pengalaman langsung. Jurnal oleh (Fadilla et al., 2023) menunjukkan bahwa alat peraga sederhana dapat meningkatkan kemampuan observasi dan mencegah miskonsepsi pada materi GLB dan GLBB. Dengan melihat langsung perubahan posisi dan kecepatan, siswa lebih mudah membangun mental model yang benar tentang gerak lurus.

Selain itu, pembelajaran dengan eksperimen konkret yang diperkuat diskusi kelompok juga terbukti meningkatkan pemahaman konseptual. Studi yang dilakukan oleh (Firmansyah et al., 2025) menyatakan bahwa diskusi memungkinkan siswa melakukan klarifikasi ide, menyusun penjelasan, dan memperbaiki kesalahan pemahaman melalui interaksi sosial. Keterlibatan aktif dalam dialog kelompok mendorong siswa untuk menguji argumen, membandingkan hasil pengamatan, serta menghubungkan temuan dengan teori fisika yang dipelajari. Dengan demikian, perpaduan antara pengalaman langsung melalui alat peraga dan proses refleksi melalui diskusi menghasilkan pembelajaran yang lebih bermakna serta mendukung peningkatan pemahaman siswa secara lebih komprehensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis kuasi-eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan pemahaman siswa setelah diberikan dua perlakuan berbeda.

Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas X di salah satu SMA negeri, dengan dua kelas sebagai sampel: kelas X E7 yang diberi perlakuan menggunakan simulasi PhET mondar-mandir, dan kelas X E3 yang diberi perlakuan menggunakan alat peraga mobil-mobilan disertai diskusi. Kedua kelas diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal pada materi GLB dan GLBB, kemudian diberi perlakuan sesuai kelompoknya, dan diakhiri dengan posttest untuk mengukur perubahan pemahaman.

Desain penelitian yang digunakan adalah Pretest-Posttest Two Group Design, di mana kedua kelas memperoleh instrumen tes yang sama pada pretest dan posttest. Instrumen berupa 30 soal pilihan ganda, yang telah disusun berdasarkan indikator kompetensi dasar dan diuji validitas serta reliabilitasnya. Selain instrumen tes, lembar observasi digunakan untuk mencatat aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung, baik pada penggunaan simulasi PhET maupun alat peraga fisik.

Prosedur penelitian dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu: (1) tahap persiapan, meliputi penyusunan perangkat pembelajaran serta penyiapan simulasi PhET mondar-mandir dan alat peraga mobil-mobilan; (2) tahap pelaksanaan, meliputi pemberian pretest, kegiatan pembelajaran sesuai perlakuan di kelas X E7 dan X E3, serta pemberian posttest; (3) tahap evaluasi, yaitu pengolahan dan analisis data hasil belajar siswa.

Analisis data menggunakan perhitungan N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman siswa. Rumus N-Gain yang digunakan adalah:

$$g = \frac{\text{posttest score} - \text{pretest score}}{\text{maximum possible score} - \text{pretest score}} \quad (\text{Hake, 1999})$$

Gambar 1. Rumus N-Gain

Melalui persamaan peneliti dapat mengetahui seberapa besar pengaruh treatment yang diberikan kepada peserta didik dalam bentuk score yang telah ditetapkan oleh peneliti sebelumnya. Score tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori N-Gain

No	Nilai N-Gain	Kategori
1	$(g) > 0,7$	Tinggi
2	$0,7 > (g) >$	Sedang

	0,3	
3	$(\langle g \rangle) < 0,3$	Rendah

(Abdi et al., 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi GLB dan GLBB melalui dua perlakuan pembelajaran yang berbeda, yaitu simulasi PhET mondar-mandir pada kelas E7 dan alat peraga mobil-mobilan disertai diskusi kelompok pada kelas E3. Analisis dilakukan menggunakan ukuran Normalized Gain (N-Gain) yang menggambarkan besarnya peningkatan pemahaman siswa dari pretest ke posttest. Selanjutnya, hasil yang diperoleh diinterpretasikan berdasarkan kerangka teori serta dibandingkan dengan temuan penelitian sebelumnya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif.

1. Distribusi Kategori N-Gain

Analisis N-Gain menunjukkan distribusi peningkatan yang berbeda pada kedua kelas. Nilai N-Gain kemudian dikategorikan menjadi tiga tingkat, yaitu tinggi ($\geq 0,70$), sedang (0,30–0,69), dan rendah ($< 0,30$). Tabel berikut menunjukkan distribusi kategori peningkatan pada kelas E7 dan E3.

Tabel 2. Hasil Distribusi Kategori N-Gain

Kelas E7				Kelas E3			
Kategori	Nilai	Jumlah	%	Kategori	Nilai	Jumlah	%
Tinggi	$\geq 0,70$	25	69,444444	Tinggi	$\geq 0,70$	27	75
Sedang	0,30–0,69	9	25	Sedang	0,30–0,69	8	22,22222222
Rendah	$< 0,30$	12	5,5555555	Rendah	$< 0,30$	1	2,777777778

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa kedua perlakuan memberikan peningkatan yang positif, tetapi dengan kecenderungan hasil yang berbeda secara proporsional.

2. Interpretasi Hasil pada Kelas E7: Simulasi PhET Mondar-Mandir

Kelas E7 menunjukkan peningkatan pemahaman yang cukup baik dengan dominasi kategori tinggi sebanyak 25 siswa (69,44%). Hal ini mengindikasikan bahwa simulasi PhET efektif dalam memperjelas konsep-konsep abstrak pada materi GLB dan GLBB, seperti hubungan antara kecepatan, percepatan, dan perubahan posisi. Simulasi PhET memberikan representasi visual berupa grafik dan animasi yang secara simultan menampilkan gerak benda. Visualisasi ini membantu siswa membuat hubungan antara besaran fisis yang sebelumnya hanya dipahami secara matematis. Dengan demikian, siswa dapat mengamati bagaimana perubahan kecepatan terjadi dari waktu ke waktu, bagaimana garis grafik terbentuk, serta bagaimana percepatan memengaruhi jarak.

Sebanyak 9 siswa (25%) berada pada kategori sedang dan 2 siswa (5,56%) berada pada kategori rendah. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketidakterbiasaan sebagian siswa dalam menggunakan media digital sehingga mereka membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami fitur-fitur simulasi. Selain itu, beberapa siswa kurang aktif melakukan eksplorasi mandiri dan cenderung hanya melihat animasi tanpa mencoba mengubah parameter yang tersedia. Faktor lain yang turut berpengaruh adalah keterbatasan kemampuan visual-spasial, sehingga beberapa siswa mengalami kesulitan dalam menafsirkan grafik dan animasi secara bersamaan. Dengan demikian, meskipun simulasi PhET terbukti membantu meningkatkan pemahaman konsep, pendampingan guru tetap diperlukan agar setiap siswa dapat memperoleh manfaat secara optimal.

3. Interpretasi Hasil pada Kelas E3: Alat Peraga Mobil-Mobilan + Diskusi Kelompok

Kelas E3 menunjukkan peningkatan yang lebih merata dengan kategori tinggi mencapai 27 siswa (75%). Pencapaian ini lebih tinggi dibandingkan kelas E7. Penggunaan alat peraga konkret seperti mobil-mobilan memberi kesempatan kepada siswa untuk mengamati fenomena gerak secara langsung. Ketika siswa melihat perubahan posisi, kecepatan, dan percepatan secara nyata, proses menghubungkan

konsep fisika dengan pengalaman sensorik menjadi lebih mudah. Beberapa faktor menjelaskan mengapa kelas E3 menunjukkan capaian yang lebih unggul. Pengalaman langsung melalui alat peraga membuat konsep GLB dan GLBB lebih mudah dipahami karena dekat dengan fenomena yang sering ditemui siswa dalam kehidupan sehari-hari.

Proses diskusi kelompok juga mendorong terjadinya tanya jawab, negosiasi makna, serta klarifikasi miskonsepsi secara alami melalui interaksi antarsiswa. Selain itu, penggunaan benda konkret menghilangkan hambatan teknologi, sehingga seluruh siswa dapat mengikuti pembelajaran tanpa kendala. Interaksi fisik dalam kegiatan percobaan turut meningkatkan retensi, karena siswa mengamati fenomena secara langsung, mencatat hasil, dan membandingkan temuan mereka dalam kelompok. Jumlah siswa pada kategori sedang (8 siswa atau 22,22%) dan rendah (1 siswa atau 2,78%) yang relatif sedikit menunjukkan bahwa pendekatan berbasis alat peraga mampu mendukung pemerataan pemahaman pada kelompok siswa yang heterogen. Kategori sedang (8 siswa atau 22,22%) dan rendah (1 siswa atau 2,78%) relatif lebih sedikit, menunjukkan bahwa pendekatan alat peraga mendukung pemerataan pemahaman pada kelompok siswa yang heterogen.

Perbandingan antara kelas E7 dan E3 menunjukkan bahwa keduanya sama-sama efektif, dibuktikan oleh dominasi kategori N-Gain tinggi. Kelas E3 memiliki peningkatan yang lebih merata, terlihat dari jumlah kategori rendah yang lebih sedikit. Simulasi digital unggul pada representasi grafik, sedangkan alat peraga unggul pada pemahaman fenomena konkret. Penggunaan media konkret lebih cocok untuk siswa dengan kemampuan dan latar belakang teknologi yang bervariasi, karena tidak memerlukan interpretasi visual yang kompleks. Dengan demikian, metode berbasis pengalaman langsung memiliki keunggulan dalam pemerataan pemahaman, sedangkan media digital unggul dalam memberikan ilustrasi ideal dan representasi matematis.

Temuan penelitian ini menunjukkan keselarasan yang kuat dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa siswa membangun pemahaman melalui interaksi langsung dengan objek maupun melalui proses sosial. Menurut Piaget (1970) (Piaget, 1974), pengetahuan terbentuk melalui pengalaman konkret yang memungkinkan reorganisasi skema kognitif. Hal ini tampak pada kelas E3, di mana siswa memperoleh kesempatan melakukan eksplorasi fisik menggunakan alat peraga

mobil-mobilan sehingga mereka dapat mengamati perubahan posisi, kecepatan, dan percepatan secara langsung. Selain itu, hasil penelitian ini juga sejalan dengan pandangan Vygotsky (1978) (Vygotsky & Cole, 1978) yang menekankan bahwa interaksi sosial melalui diskusi berperan penting dalam membangun pemahaman, terutama ketika siswa saling bertukar pendapat dan mengklarifikasi konsep dalam kelompok. Pada kelas E7 yang menggunakan simulasi PhET, visualisasi grafik dan animasi berfungsi sebagai bentuk representasi multi-mode yang berperan membantu siswa membangun struktur pengetahuan baru. Dengan demikian, kedua jenis media pembelajaran dalam penelitian ini menunjukkan relevansi kuat dengan prinsip konstruktivisme, baik melalui pengalaman konkret maupun representasi visual digital.

Hasil penelitian ini juga selaras dengan berbagai temuan penelitian sebelumnya. Studi oleh (Perkins et al., 2006) menunjukkan bahwa simulasi digital seperti PhET dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menghubungkan representasi visual dengan konsep fisika, terutama pada grafik hubungan besaran gerak. Temuan tersebut sejalan dengan hasil pada kelas E7 yang memperoleh peningkatan pemahaman melalui visualisasi kecepatan dan percepatan. Sementara itu, penelitian besar yang dilakukan Hake (1998) terhadap lebih dari 6.000 siswa menemukan bahwa penggunaan alat peraga konkret dan pendekatan interaktif mampu menurunkan miskonsepsi sekaligus menghasilkan N-Gain yang lebih tinggi dibanding pembelajaran tradisional. Hal ini konsisten dengan hasil kelas E3 yang memiliki distribusi peningkatan lebih merata dan kategori rendah yang lebih sedikit.

Selain itu, penelitian oleh (Triani et al., 2023) menunjukkan bahwa proses diskusi dan interaksi antar siswa berperan penting dalam memperdalam pemahaman konsep fisika karena memungkinkan siswa saling mengklarifikasi dan menegosiasi makna. Mekanisme ini sesuai dengan kondisi kelas E3, di mana aktivitas diskusi kelompok menjadi faktor utama peningkatan pemahaman siswa. Tidak ditemukan pertentangan yang signifikan dengan literatur sebelumnya, sehingga penelitian ini memperkuat bukti bahwa baik media konkret maupun simulasi digital memiliki efektivitas masing-masing. Namun, media konkret terbukti lebih unggul dalam mencapai pemerataan hasil belajar pada siswa SMA dengan kemampuan yang heterogen.

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkaya pemahaman mengenai bagaimana media konkret dan media digital berperan dalam pembelajaran konsep gerak. Penelitian ini menegaskan bahwa kombinasi antara pengalaman langsung dan interaksi sosial, sebagaimana ditunjukkan dalam kelas E3, menghasilkan peningkatan pemahaman yang lebih signifikan dibandingkan penggunaan simulasi digital secara terpisah. Hal ini mendukung pandangan bahwa pembelajaran fisika yang efektif tidak cukup hanya mengandalkan visualisasi digital, melainkan juga membutuhkan kegiatan manipulatif yang mampu merangsang proses berpikir tingkat tinggi. Dari sisi praktis, penelitian ini memberikan gambaran bagi guru fisika mengenai strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep GLB–GLBB. Penggunaan alat peraga mobil-mobilan terbukti sebagai alternatif pembelajaran yang tidak hanya efektif tetapi juga memberikan pemerataan pemahaman pada hampir seluruh siswa, terutama di kelas yang memiliki tingkat heterogenitas tinggi. Guru dapat memanfaatkan alat peraga tersebut untuk memberikan pengalaman nyata kepada siswa sehingga konsep percepatan, jarak, dan kecepatan lebih mudah dipahami. Di sisi lain, simulasi digital seperti PhET tetap memiliki keunggulan dalam memperlihatkan kondisi ideal dan grafik yang sulit diperoleh dari eksperimen nyata.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pendekatan komparatif antara dua jenis media pembelajaran yang berbeda karakteristik, yakni simulasi PhET tipe “mondar-mandir” dan alat peraga mobil-mobilan yang disertai diskusi, dalam konteks pembelajaran GLB–GLBB pada siswa SMA. Analisis peningkatan belajar menggunakan N-Gain terstandar memberikan gambaran objektif mengenai seberapa besar kontribusi masing-masing media terhadap pemahaman siswa. Selain itu, penelitian ini dilakukan dalam kondisi kelas nyata dengan heterogenitas kemampuan yang tinggi, sehingga hasilnya memiliki relevansi praktis yang kuat bagi guru yang menghadapi tantangan serupa. Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa, meskipun perkembangan teknologi digital semakin pesat, media konkret masih memiliki efektivitas yang tinggi dan bahkan memberikan pemerataan hasil belajar yang lebih baik. Temuan ini memberikan perspektif baru mengenai pentingnya mempertimbangkan kombinasi media dalam pembelajaran fisika

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis nilai N-Gain pada kedua kelas, penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan simulasi PhET mondar-mandir maupun alat peraga mobil-mobilan disertai diskusi sama-sama efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep GLB dan GLBB. Kelas E7 menunjukkan 69,44% siswa berada pada kategori peningkatan tinggi, sedangkan kelas E3 mencapai 75% pada kategori yang sama, sehingga tampak bahwa penggunaan alat konkret yang diikuti diskusi mampu menghasilkan peningkatan yang sedikit lebih merata dibandingkan simulasi digital. Meskipun demikian, kedua pendekatan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan kognitif siswa dari pretest ke posttest. Temuan ini menunjukkan bahwa media digital dan media konkret dapat diintegrasikan secara fleksibel dalam pembelajaran fisika di SMA untuk memperkuat pemahaman konsep dasar. Namun, generalisasi temuan ini perlu dilakukan secara hati-hati mengingat penelitian hanya melibatkan dua kelas pada satu sekolah.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, guru disarankan untuk mengombinasikan simulasi digital dan alat peraga konkret agar siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih komprehensif, terutama pada materi yang menuntut visualisasi dan pengamatan langsung. Pada penggunaan simulasi PhET, guru dapat memberikan panduan eksplorasi yang terstruktur agar siswa yang masih kurang terbiasa tetap dapat mengikuti alur pembelajaran secara optimal. Penggunaan alat peraga konkret juga penting diprioritaskan pada konsep dasar seperti GLB dan GLBB, karena mampu meminimalkan miskonsepsi sebelum siswa diperkenalkan pada representasi grafik digital yang lebih abstrak. Penelitian lanjutan dapat menambahkan wawancara atau angket respon siswa untuk menggali persepsi mereka terhadap masing-masing media pembelajaran sehingga gambaran efektivitasnya menjadi lebih komprehensif. Peneliti juga menyarankan agar pendekatan N-Gain diterapkan secara berkelanjutan oleh guru untuk memantau efektivitas pembelajaran dari waktu ke waktu, sehingga perbaikan dapat dilakukan secara terarah dan berbasis data. Keterbatasan penelitian yang tidak

mencakup aspek afektif dan sikap belajar siswa dapat menjadi pertimbangan untuk penelitian berikutnya agar hasil yang diperoleh menjadi lebih menyeluruh..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada guru dan siswa kelas E7 serta E3 SMAN 9 Kota Jambi yang telah membantu penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih atas bimbingan dari dosen pengampu matakuliah Penelitian Perlakuan Pendidikan.

DAFTAR REFERENSI

- Abdi, M. U., Mustafa, & Pada, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik Pendahuluan. *Jurnal IPA Dan Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Abrar, M., & Mahmudah, I. (2023). Perkembangan alat peraga menghitung luas dan keliling persegi satuan guna mempermudah pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Bumi Persada Jurnalstkip.Bumipersada.Ac.Id*, 2(2).
- Artiawati, P. R., Mulyani, R., & Kurniawan, Y. (2016). Identifikasi Kuantitas Siswa Yang Miskonsepsi Menggunakan Three Tier- Test Pada Materi Gerak Lurus Beraturan (GLB). 13–15.
- Budhi, H. S. (2025). *Radiasi : Jurnal Berkala Pendidikan Fisika The Effectiveness of Technology-Based PhET Simulation-Assisted PBL Models to Minimize Misconceptions of Force and Motion Material*. 18(2), 45–55.
- Chamdani, M. N. (2022). Kinematik Gerak. *Jurnal Robotika Dan Sistem Intelijen*, 1–3.
- Fadilla, N., Sari, I. Y., & Prayogo, M. S. (2023). Pengaruh Alat Peraga Kinematika Glb Dan Glbb Untuk Penguatan Pemahaman Tentang Gerak Di Kelas Iv Sdn Kebonagung 02 Jember. *Jurnal Muassis Pendidikan Dasar*, 2, 86–97.
- Febriana, A. E., & Nada, A. Q. (2021). Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Received. *Jurnal Kependidikan Betara (JKB)*, 2(1), 43–50.
- Firmansyah, F. F., Yudianto, E., Febriyanto, E. Y., & Sulihah, N. T. (2025). Proses Metakognisi dalam Interaksi Siswa pada Diskusi Kelompok. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 09(37), 553–563.

- Hake, R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. AREA-D American Education Research Association's Division.D, Measurement and Research Methodology.
- Hakim, Y. Al, & Kurniawan, E. S. (2024). Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS). *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 5, 97–102.
- Magfirah, L. (2024). Pemanfaatan Simulasi digital untuk memfasilitasi pembelajaran konsep abstrak dalam fisika. *JURNAL ILMIAH IPA DAN MATEMATIKA*, 2(2), 28–33.
- Muzakki, A., Ramadhanti, I. N., & Alifiyan, I. N. (2022). Kajian Model Pembelajaran Fisika SMA pada Topik Kinematika Gerak Lurus. *Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 1, 85–98.
- Nasution, A. O., Fany, A., Rio, A., Susilo, R., & Nazha, M. D. (2025). *Tinjauan Pemahaman Konsep Kinematika Dan Dinamika Mahasiswa Review of Students ' Understanding of Kinematics and Dynamics Concepts*. 8(7), 4734–4742. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i7.8276>
- Pambudi, B., Efendi, R. B., Novianti, L. A., Novitasari, D., & Ngazizah, N. (2018). Indonesian Journal of Primary Education Pengembangan Alat Peraga IPA dari Barang Bekas untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Pemahaman Siswa Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Primary Education Pengembangan*, 2(2), 2–6.
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *AAPT Physics Education*, 44(1), 18–23. <https://pubs.aip.org/aapt/pte/article-abstract/44/1/18/274167/PhET-Interactive-Simulations-for-Teaching-and?redirectedFrom=fulltext>
- Piaget, J. (1974). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Grossman. https://books.google.co.id/books?id=_vWg0QEACAAJ
- Prasetyarini, A., Fatmaryanti, S. D., & Akhdinirwanto, R. W. (2013). Pemanfaatan Alat Peraga Ipa Untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Pada Siswa Smp Negeri I Buluspesantren Kebumen Tahun Pelajaran 2012/2013. *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 2(1), 7–10.
- Rararati, P. A., Nuroso, H., & Kurniawan, A. F. (2024). *Kajian Literatur : Penggunaan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Fisika*. 3(2), 45–54.

<https://doi.org/10.26877/lpt.v3i2.21838>

- Riset, J., Pendidikan, H., Ilham, M., Husniati, A., & Muzaini, M. (2024). Kognitif. *Implikasi Model Problem Based Learning Berbantuan Media Phet Simulations Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Matematika Siswa*, 4(December), 1502–1518.
- Saomi, R. R., & Kade, A. (2021). Kesulitan siswa dalam memecahkan masalah fisika pada materi gerak lurus berubah beraturan (GLBB) menggunakan tahapan heller. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 9(August), 97–104.
- Sopacua, V., & Sopacua, F. (2025). *Aplikasi PhET Physics Education Technology*. CV. Gita Lentera . <https://books.google.co.id/books?id=SF-XEQAAQBAJ>
- Triani, F., Pramita, R., Tusa'diah, H., & Yolanda, S. A. (2023). Effects of Cooperative Learning Model in Science Learning on Students ' Cognitive and Critical Thinking Ability : A Meta Analysis. *Journal of Innovative Physics Teaching*, 1(1), 76–84.
- Utama, R. (2025). Review Software Simulasi untuk Pembelajaran Fisika Interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 13, 95–106. <https://doi.org/10.22487/jpft.v13i2.4484>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. https://books.google.co.id/books?id=RxjjUefze_oC
- Wahidin. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Ilmiah Edukatif*, 11, 285–295.