

Pengaruh Phet ‘*Graphing Lines*’ terhadap Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Matematika SMP

Mulyono Dwi Prasajo^{1*}, Rina Sugiarti Dwi Gita², Fauzan Adhim³

^{1,2,3} Universitas PGRI Argopuro Jember

*Penulis korespondensi: mdprast@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan simulasi interaktif PhET *Graphing Lines* terhadap pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa dengan materi kemiringan garis. Walaupun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas PhET dalam pembelajaran, sebagian besar masih berfokus pada aspek kognitif atau dilakukan pada materi dan jenjang yang berbeda. Penelitian yang secara simultan mengkaji pemahaman terhadap konsep dan motivasi belajar siswa dalam materi kemiringan garis di tingkat SMP masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berperan dalam mengisi kesenjangan yang ada. Dalam penelitian ini digunakan metode kuasi eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest control group*. Instrumen penelitian berupa tes pemahaman konsep dan angket motivasi belajar berbasis model ARCS. Analisis data dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test* dan perhitungan *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada pemahaman konsep ($p = 0,022$) dan motivasi belajar ($p = 0,002$) antara kelompok eksperimen dan kontrol. Nilai *effect size* pada pemahaman konsep sebesar 0,59 (kategori sedang), sedangkan pada motivasi belajar sebesar 0,81 (kategori besar), yang menunjukkan bahwa penggunaan PhET memberikan pengaruh yang bermakna secara praktis. Dengan demikian, penggunaan PhET *Graphing Lines* efektif memberi peningkatan dalam pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa. Penelitian ini memberikan implikasi bahwa integrasi simulasi interaktif dapat menjadi alternatif pembelajaran yang inovatif dan bermakna, khususnya pada materi matematika yang bersifat abstrak.

Kata Kunci: PhET, Pemahaman Konsep, Motivasi Belajar, Kemiringan Garis, ARCS.

Abstract

This study aims to analyze the effect of using the PhET Graphing Lines interactive simulation on students' conceptual understanding and learning motivation in the topic of slope. Although numerous studies have demonstrated the effectiveness of PhET in learning, most of them focus primarily on cognitive aspects or are conducted on different topics and educational levels. Research that simultaneously examines conceptual understanding and students' learning motivation in the topic of slope at the junior high school level remains limited. Therefore, this study seeks to fill this gap. This study employed a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The research instruments consisted of a conceptual understanding test and a learning motivation questionnaire based on the ARCS model. Data analysis was conducted using an independent samples t-test and effect size calculation. The results showed that there were significant differences in conceptual understanding ($p = 0.022$) and learning motivation ($p = 0.002$) between the experimental and control groups. The effect size for conceptual understanding was 0.59 (moderate category), while for learning motivation it was 0.81 (large category), indicating that the use of PhET had a practically meaningful impact. Thus, the use of PhET Graphing Lines is effective in improving students' conceptual understanding and learning motivation. This study implies that the integration of interactive simulations can serve as an innovative and meaningful alternative in teaching, particularly for abstract mathematical concepts.

Keywords: PhET, Conceptual Understanding, Learning Motivation, Slope, ARCS.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika sangat berperan penting dalam pengembangan kemampuan berpikir logis, sistematis, dan analitis siswa. Sebagian materi fundamental pada jenjang SMP adalah konsep kemiringan garis, yang menjadi dasar dalam memahami persamaan garis lurus dan representasi grafik fungsi linear. Namun, konsep ini abstrak sehingga tidak jarang menimbulkan kesulitan bagi siswa, terutama dalam menghubungkan perubahan nilai gradien dengan representasi visual grafik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa tidak cukup hanya melalui pendekatan prosedural, tetapi memerlukan pengalaman belajar yang mampu mengaitkan representasi simbolik dan visual secara bermakna (Ariyanto & Purwaningrum, 2022; Hulu et al., 2023).

Di sisi lain, motivasi belajar juga berperan penting untuk menentukan keberhasilan pembelajaran. Siswa dengan motivasi besar cenderung lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran, sedangkan kecilnya motivasi dapat menghambat proses dan hasil belajar (Ayu Nurmala et al., 2014; Suharni, 2021). Model ARCS yang diperkenalkan oleh Keller menegaskan pentingnya empat komponen utama dalam pembelajaran: aspek perhatian (*attention*), relevansi (*relevance*), kepercayaan diri (*confidence*), dan kepuasan (*satisfaction*) perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran yang efektif (Keller, 2015). Dengan demikian, pembelajaran yang efektif tidak semata-mata menitikberatkan pada peningkatan aspek kognitif, namun harus mampu mendorong motivasi belajar siswa.

Namun demikian, situasi di lapangan memperlihatkan bahwa pembelajaran matematika masih belum banyak beralih dari metode konvensional yang minim visualisasi dan interaktivitas. Konsekuensinya, pemahaman konsep siswa menjadi kurang optimal karena hanya berfokus pada hafalan rumus, sehingga berpotensi menimbulkan miskonsepsi (Ariyanto & Purwaningrum, 2022; Lopez & Gurat, 2024). Selain itu, keterbatasan penggunaan media pembelajaran interaktif juga menjadi hambatan dalam menciptakan proses belajar yang eksploratif serta memberikan makna bagi siswa (Rizaldi et al., 2020). Kondisi ini tidak hanya berdampak pada rendahnya pemahaman konsep, tetapi juga berimplikasi pada menurunnya motivasi belajar siswa.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran menjadi salah satu alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Simulasi interaktif PhET yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder dirancang sebagai lingkungan belajar eksploratif berbasis penelitian pendidikan yang mendukung pemahaman konseptual (Finkelstein et al., 2006; Wieman et al., 2008). Secara khusus, PhET *Graphing Lines* memungkinkan siswa memanipulasi parameter gradien dan titik potong serta mengamati perubahan grafik secara *real-time*, sehingga dapat membantu memvisualisasikan konsep yang abstrak (Lopez & Gurat, 2024).

Berdasarkan hasil kajian, dapat diketahui bahwa penggunaan PhET *Simulation* berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional (Lomu et al.; Zulnaldi et al., 2020; Lopez & Gurat, 2024). Selain itu, penggunaan media berbasis TIK juga terbukti mampu mendukung visualisasi konsep dan meningkatkan kualitas pembelajaran (Azizah & Irawati, 2024; Novarensa Lutfiani & Sugiyono, 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa pendekatan berbasis ARCS dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, dan integrasi media interaktif seperti PhET

mendukung keempat komponen tersebut (Chairun Nissa et al., 2021; Setyowati et al., 2022; AR & Efendi, 2024; Amaliyah & Darmini, 2025; Sirait et al., 2023).

Meskipun demikian, penelitian sebelumnya masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sebagian besar studi lebih berfokus hanya terbatas pada peningkatan hasil belajar atau ranah kognitif semata, sementara kajian yang mengintegrasikan pemahaman konsep dan motivasi belajar secara simultan masih terbatas. Selain itu, penelitian yang secara spesifik mengkaji penggunaan PhET *Graphing Lines* pada materi kemiringan garis di tingkat SMP juga belum banyak dilakukan. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan dalam memahami bagaimana media simulasi interaktif dapat memengaruhi dimensi kognitif serta afektif secara bersamaan, berkaitan materi yang bersifat abstrak.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan PhET *Graphing Lines* terhadap pemahaman konsep kemiringan garis dan motivasi belajar siswa SMP. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh kontribusi dalam memperkuat kajian nyata mengenai efektivitas pembelajaran berbasis simulasi interaktif, khususnya dalam menyelaraskan aspek kognitif dan afektif dalam proses pembelajaran matematika.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi-experimental*) melalui desain *non-equivalent control group design*. Populasinya mencakup siswa kelas VIII jenjang SMP, dengan sampel penelitian adalah 32 siswa pada kelas eksperimen dan 32 siswa di kelas kontrol, dengan pemilihan sampel menggunakan *purposive sampling*. Teknik ini digunakan dengan dasar bahwa kedua kelas menunjukkan karakteristik yang relatif sama berdasarkan kapasitas akademik awal, serta diajar oleh guru yang sama sehingga meminimalkan perbedaan perlakuan di luar variabel penelitian.

Partisipan dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII dengan rentang usia 13–14 tahun yang telah mempelajari materi prasyarat terkait persamaan garis lurus. Kedua kelompok memiliki tingkat kemampuan awal yang relatif sebanding berdasarkan hasil *pretest*, sehingga layak untuk dibandingkan dalam penelitian eksperimen.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Keterangan			
Eksperimen	O ₁	PhET <i>Graphing lines</i> →	O ₃
Kontrol	O ₂	konvensional →	O ₄

Keterangan:

O₁ : *Pre-test* kelas eksperimen

O₂ : *Pre-test* kelas kontrol

O₃ : *Post-test* kelas eksperimen

O₄ : *Post-test* kelas kontrol

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pemahaman konsep yang diukur menggunakan 27 butir soal pilihan ganda, serta motivasi belajar yang diukur melalui angket sebanyak 20 butir berdasarkan model ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*). Instrumen penelitian telah melalui uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi Pearson, uji reliabilitas

menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*, dengan menunjukkan bahwa instrumen berada pada kategori valid dan reliabel.

Tahapan analisis data melibatkan uji prasyarat berupa uji normalitas serta homogenitas. Uji normalitas dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk*, sedangkan uji homogenitas dengan *Levene's Test*. Selanjutnya, uji hipotesis dilakukan dengan *independent sample t-test* pada taraf signifikansi 5%. Selain itu, untuk menilai kekuatan pengaruh perlakuan, dihitung *effect size* dengan *Cohen's d*. Proses analisis data dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS *Statistics* sebagai alat bantu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pengambilan data utama, instrumen tes pemahaman konsep terdiri atas 27 butir soal telah diuji validitas dan reliabilitasnya pada 32 siswa kelas IX. Hasil uji validitas menunjukkan 19 butir soal memenuhi kriteria ($r > 0,30$; $p < 0,05$) dan dinyatakan layak digunakan. Uji reliabilitas - *Cronbach's Alpha* memperoleh nilai $\alpha = 0,843$ yang merupakan kategori tinggi, sehingga instrumen dinyatakan konsisten dan reliabel.

Tabel 2. Deskripsi uji validitas

Kategori Soal	Jumlah Butir	Keterangan
Soal Valid	22	Nilai korelasi $> 0,30$, signifikan ($p < 0,05$)
Soal Tidak Valid	5	Nilai korelasi $< 0,30$ atau negatif
Jumlah Keseluruhan	27	Seluruh butir diuji kepada siswa kelas IX

Tabel 3. Deskripsi Uji Reliabilitas

Indikator	Nilai	Interpretasi
Jumlah Responden	32 siswa	Siswa kelas IX SMP
Jumlah Butir Soal	27 soal	Instrumen pilihan ganda
<i>Cronbach's Alpha</i>	0,843	Reliabilitas tinggi, konsistensi internal baik
Kategori Reliabilitas	Tinggi	$\geq 0,8$ = instrumen reliabel dan dapat digunakan

Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan kesetaraan nilai *pretest* pada sampel penelitian melalui analisis uji normalitas dan homogenitas, yang merupakan salah satu prasyarat dalam analisis kuantitatif. Pengujian normalitas data dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk Test*, dengan pertimbangan jumlah sampel tiap kelas kurang dari 50.

Tabel 4. Statistik Deskriptif Skor Pemahaman Konsep

Kelas	N	Pre-test Mean	SD	Nilai Sig	Post-test Mean	SD	Nilai Sig
Eksperimen	32	55,7	13,60	0,169	79,7	12,04	0,198
Kontrol	32	56,4	15,72	0,400	72,2	13,42	0,186

Dari data tersebut, rata-rata pre-test kedua kelas relatif setara (55,7 dan 56,4), mengindikasikan kemampuan awal yang homogen. Setelah perlakuan, terjadi peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Berdasarkan hasil uji normalitas nilai signifikansi pada seluruh kelompok data berada di atas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep berdistribusi normal.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Pre-test dan Post-test

Kelas	N	Nilai Sig Pre-test	Nilai Sig Post-test
Eksperimen	32	0,503	0,680
Kontrol	32		

Uji homogenitas digunakan untuk memastikan kesamaan varians data antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan hasil *Levene's Test*, hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi lebih dari 0,05, sehingga kedua kelompok memiliki varians yang homogen. Dengan ini, analisis perbandingan rata-rata menggunakan uji t dapat dilakukan secara tepat tanpa melanggar ketentuan statistik parametrik.

Kesamaan varians tersebut juga mengatakan bahwa kondisi awal kedua kelompok relatif sama atau sebanding sebelum perlakuan diberikan. Oleh karena itu, perbedaan hasil yang muncul pada post-test lebih dapat diinterpretasikan sebagai pengaruh perlakuan pembelajaran yang diterapkan, bukan akibat perbedaan karakteristik awal kelompok.

Tabel 6. Hasil Uji t Pemahaman Konsep

Variabel	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% CI	Effect size
Post-test	2,343	62	0,022	7,469	1,098–13,840	0,59

Hasil data uji hipotesis tersebut memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada skor post-test pemahaman konsep. Nilai signifikansi sebesar 0,022 ($< 0,05$) menunjukkan bahwa penggunaan PhET *Graphing Lines* secara statistik berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep kemiringan garis. Perolehan rata-rata post-test pada kelas eksperimen (79,7) melampaui kelas kontrol (72,2), dengan selisih 7,469 poin.

Nilai *effect size* sebesar 0,59 mengindikasikan bahwa penggunaan PhET *Graphing Lines* memberikan dampak yang cukup kuat secara praktis terhadap pemahaman konsep siswa. Temuan ini memperkuat hasil uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan, sehingga penggunaan media interaktif berbasis simulasi dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pembelajaran yang efektif pada materi yang bersifat abstrak.

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian dalam satu dekade terakhir yang menunjukkan efektivitas simulasi interaktif dalam pembelajaran matematika. Studi oleh Lopez & Gurat (2024) menyatakan bahwa penggunaan simulasi PhET membantu siswa memahami keterkaitan antara gradien, intersep, dan representasi grafik secara lebih konseptual. Penelitian lain oleh Ariyanto & Purwaningrum (2022) menemukan bahwa visualisasi dinamis dalam PhET mampu meminimalkan miskonsepsi pada materi gradien dan persamaan garis lurus. Demikian pula, Arifin et al. (2023) melaporkan bahwa penggunaan PhET pada materi matematika abstrak meningkatkan kemampuan representasi dan pemahaman konseptual siswa secara signifikan.

Secara teoretis, hasil ini dapat dijelaskan melalui pendekatan konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Simulasi PhET memungkinkan siswa memanipulasi nilai gradien dan intersep secara langsung, kemudian mengamati perubahan grafik secara *real time*. Proses ini memperkuat hubungan antara representasi simbolik (persamaan), numerik (nilai koefisien), dan visual (grafik

garis). Dengan demikian, siswa tidak hanya menghafal rumus kemiringan garis, tetapi memahami makna perubahan nilai terhadap bentuk dan arah grafik.

Selain itu, pembelajaran berbasis simulasi memberikan pengalaman belajar multimodal. Visualisasi bergerak, warna, serta respons instan terhadap perubahan parameter membantu memperjelas konsep yang bersifat abstrak. Hasil ini konsisten dengan studi terdahulu yang mengungkapkan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika berpengaruh signifikan terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. (Novarensa Lutfiani & Sugiyono, 2024).

Dari sudut pandang praktis, keunggulan PhET terletak pada kemudahan eksplorasi. Dalam pembelajaran konvensional, siswa umumnya menggambar grafik secara manual berdasarkan tabel nilai, yang memerlukan waktu dan sering kali mengalihkan fokus dari pemahaman konsep ke prosedur teknis. Dengan PhET, proses visualisasi menjadi instan sehingga waktu belajar dapat difokuskan pada analisis hubungan antar variabel. Hal ini memungkinkan pembelajaran yang lebih efisien sekaligus mendalam.

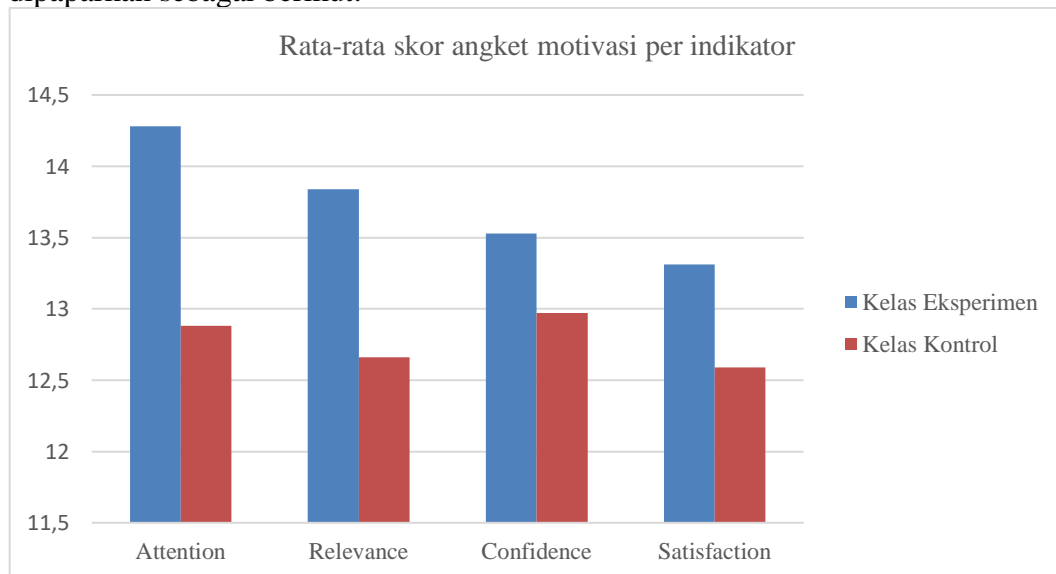
Walaupun terjadi peningkatan, hasilnya masih termasuk dalam kategori sedang. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas media tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh teknologi semata, tetapi juga strategi pedagogis guru dalam mengintegrasikannya. Integrasi yang optimal memerlukan perencanaan aktivitas eksploratif, pertanyaan pemantik, serta diskusi reflektif agar siswa tidak hanya bereksperimen secara acak, tetapi membangun kesimpulan konseptual yang tepat.

Pengaruh PhET terhadap Motivasi Belajar

Tabel 7. Statistik Deskriptif Skor Pemahaman Konsep

Kelas	Attention	Relevance	Confidence	Satisfaction	Total
Eksperimen	14,28	13,84	13,53	13,31	54,97
Kontrol	12,88	12,66	12,97	12,59	51,09

Diagram batang yang menyatakan perbandingan skor angket motivasi per indikator dipaparkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Batang skor motivasi per indikator

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas

Kelas	N	Uji normalitas Nilai Sig	Uji homogenitas Nilai Sig
Eksperimen	32	0,087	0,767
Kontrol	32	0,180	

Pengujian normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data skor angket motivasi belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada data pretest dan posttest berada di atas 0,05, sehingga asumsi normalitas terpenuhi. Dengan terpenuhinya asumsi tersebut, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan uji parametrik

Selanjutnya, pengujian homogenitas varians dilakukan menggunakan *Levene's Test* untuk memastikan kesamaan varians antara kedua kelompok. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi berada di atas 0,05, sehingga varians pada kelas eksperimen dan kontrol dinyatakan homogen. Dengan terpenuhinya asumsi homogenitas ini memungkinkan perbandingan rata-rata skor motivasi belajar dilakukan secara tepat melalui uji t.

Tabel 9. Hasil Uji t Motivasi

Variabel	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% CI	Effect size
Motivasi	3,210	62	0,002	3,875	1,462–6,288	0,81

Selain aspek kognitif, penelitian ini juga mengkaji dampak penggunaan PhET terhadap motivasi belajar siswa yang dianalisis menggunakan model ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*). Berdasarkan hasil uji hipotesis, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,002 yang lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan motivasi belajar antara kedua kelompok. Nilai rata-rata motivasi kelas eksperimen (54,97) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (51,09), dengan perbedaan sebesar 3,875 poin.

Nilai *effect size* dengan nilai 0,81 diklasifikasikan sebagai kategori besar, yang menunjukkan bahwa penggunaan PhET *Graphing Lines* memberikan pengaruh yang kuat secara praktis terhadap peningkatan motivasi belajar siswa. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran yang didukung simulasi interaktif tidak terbatas meningkatkan keterlibatan siswa, melainkan juga mampu memperkuat aspek afektif dalam proses pembelajaran

Peningkatan motivasi ini konsisten pada seluruh indikator ARCS. Aspek *attention* meningkat karena tampilan visual dan interaktivitas simulasi mampu memicu perhatian siswa sejak awal kegiatan pembelajaran. Aspek *relevance* muncul ketika siswa menyadari keterkaitan antara perubahan nilai gradien dengan bentuk grafik secara nyata. Aspek *confidence* berkembang melalui umpan balik langsung yang memungkinkan siswa memperbaiki kesalahan secara mandiri. Sementara itu, *satisfaction* diperoleh dari keberhasilan menyelesaikan eksplorasi dan menemukan pola hubungan secara mandiri.

Temuan ini sejalan dengan penelitian AR & Efendi (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran berbasis inkuiri meningkatkan seluruh komponen motivasi ARCS secara signifikan. Amaliyah & Darmini (2025) juga menyatakan bahwa integrasi PhET dalam model *Problem Based Learning*

berdampak positif terhadap motivasi intrinsik siswa. Studi internasional terbaru dalam pembelajaran berbasis simulasi (2018–2024) turut menegaskan bahwa interaktivitas digital meningkatkan keterlibatan emosional dan rasa ingin tahu siswa.

Pembelajaran matematika sering kali dianggap abstrak dan sulit, sehingga menurunkan minat belajar siswa. Dengan hadirnya simulasi interaktif, persepsi tersebut dapat diminimalkan. Lingkungan belajar menjadi lebih eksploratif dan tidak menakutkan. Siswa lebih berani mencoba, melakukan kesalahan, dan memperbaiki pemahamannya secara mandiri. Umpan balik instan dari sistem memperkuat rasa percaya diri dan mengurangi kecemasan terhadap kesalahan.

Namun demikian, peningkatan motivasi juga dipengaruhi oleh faktor *novelty effect*, yaitu ketertarikan awal terhadap penggunaan teknologi baru. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, penggunaan media digital perlu diimbangi dengan variasi strategi pembelajaran agar motivasi tetap stabil dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif PhET Graphing Lines tidak hanya memberikan pengaruh yang bermakna secara statistik, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa. Nilai *effect size* di pemahaman konsep yang berada pada kategori sedang menunjukkan adanya pengaruh yang cukup kuat, dilain pihak nilai *effect size* pada motivasi belajar yang berada pada kategori besar mengindikasikan bahwa penggunaan PhET memberikan pengaruh yang berarti terhadap aspek afektif siswa.

Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi interaktif tidak hanya mendukung peningkatan kemampuan kognitif, tetapi juga memperkuat keterlibatan dan pengalaman belajar siswa melalui peningkatan motivasi pada seluruh komponen ARCS. Dengan demikian, integrasi PhET *Graphing Lines* dapat menjadi pendekatan pembelajaran yang efektif dalam memperkuat pemahaman konsep matematika siswa yang bersifat abstrak secara lebih bermakna.

Kontribusi penelitian ini terletak pada pengkajian secara simultan antara pemahaman konsep dan motivasi belajar dalam konteks penggunaan PhET pada materi kemiringan garis di tingkat SMP, yang masih terbatas dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, Temuan studi ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi digital. Untuk pengembangan penelitian ke depan, perlu dilakukan perluasan materi, penambahan jumlah sampel, serta kajian terhadap dampak jangka panjang pada hasil belajar siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Amaliyah, R. N., & Darmi, M. (2025). *Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Model Problem Based Learning Materi Gaya Kelas VII Berbantuan Media PhET di SMPN 3 Sumber* (Vol. 6). <https://pusdikra-publishing.com/index.php/jres>
- AR, E., & Efendi. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Berbantuan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil dan Motivasi Belajar Siswa Kelas V MIN I Langsa. In *GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains* (Vol. 7, Number 02).
- Ariyanto, M. P., & Purwaningrum, J. P. (2022). Penerapan teori Bruner dalam pembelajaran menentukan gradien garis lurus berbantuan PhET simulation (Vol. 13, Number 1).

- Ayu Nurmala, D., Endah Tripalupi, L., & Suharsono, N. (2014). Pengaruh Motivasi Belajar Dan Aktivitas Belajar Terhadap Hasil Belajar Akuntansi. In *Tahun* (Vol. 4, Number 1).
- Azizah, N., & Irawati, H. (2024). *Peran Media Pembelajaran Berbasis TIK dalam Meningkatkan Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Atas*.
- Chairun Nissa, I., Rika Ayu Febrilia, B., & Astutik, F. (2021). Perspektif Siswa Terhadap E-Learning Berdasarkan Model Motivasi ARCS. *Juni 2021*, 9(1). <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm>
- Finkelstein, N. D., Adams, W., & Wieman, C. E. (2006). *High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project SEE PROFILE*. <https://www.researchgate.net/publication/251348703>
- Hulu, P., Harefa, A. O., & Mendrofa, R. N. (2023). Studi Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 2(1), 152–159. <https://doi.org/10.56248/educativo.v2i1.97>
- Keller, J. (2015). *Instructional design models and theories: Keller's ARCS model of motivation (web publication)* (pp. 69–85). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1542-6.ch005>
- Lomu, L., Sri, D., & Widodo, A. (n.d.). *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia Pengaruh Motivasi Belajar Dan Disiplin Belajar Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa*.
- Lopez, E. B., & Gurat, M. G. (2024). The Effect of PhET Simulations on Graphing Linear Equations Among 8th Grade Learners. *International Journal of Research and Innovation in Social Science, VIII(IIIS)*, 2867–2875. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.803209s>
- Novarensa Lutfiani, E., & Sugiyono, E. (2024). *π (Phi) Pengaruh Penggunaan Media Interaktif Terhadap Motivasi Belajar Siswa SMK Pada Pelajaran Matematika*. <https://doi.org/10.33087/phi.v8i2.396>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: SIMULASI INTERAKTIF DALAM PROSES PEMBELAJARAN FISIKA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Setyowati, D., Qadar, R., & Efwinda, S. (2022). *Analisis Motivasi Siswa Berdasarkan Model ARCS (Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction) dalam Pembelajaran Fisika Berbasis E-Learning di SMA Se-Samarinda*. <http://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/JLPF>
- Sirait, S. H., Putri, J., Ginting, B., & Sembiring, S. B. (2023). *Pengaruh Penggunaan Media Simulasi Phet Terhadap Hasil Belajar Materi Pecahan Siswa SD 056604 PURWOBINANGUN*. 7(2).
- Suharni. (2021). UPAYA GURU DALAM MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR SISWA. *Jurnal Bimbingan Dan Konseling*, 6(1).
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
- Zulnaldi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies*, 25(1), 51–72. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y>