

PENGARUH PENGGUNAAN SIMULASI INTERAKTIF PHET TERHADAP PENINGKATAN PEMAHAMAN DAN *SELF-EFFICACY* SISWA PADA MATERI GRAFIK FUNGSI

Sesilia Irmaya Bulu¹, Timotius Woda Napu², Yustina Bulu³

^{1, 2, 3}Universitas Katolik Weetebula, Jl. Mananga Aba, Sumba Barat Daya, Nusa Tenggara Timur, Indonesia
Email: irmayasesilia@gmail.com

Article History

Received: 20-04-2026

Revision: 01-05-2026

Accepted: 07-05-2026

Published: 14-05-2026

Abstract. This study aims to determine the effect of using PhET simulation on students' understanding of function graph concepts and their self-efficacy. This research employed a quantitative approach with a quasi-experimental design using a nonequivalent control group design. The subjects consisted of two groups: an experimental group using PhET simulation and a control group using conventional learning, each consisting of 13 students. The research instruments included a conceptual understanding test and a self-efficacy questionnaire administered before and after the learning process. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics, including the Shapiro–Wilk test, Wilcoxon test, and Mann–Whitney test. The results showed that both groups experienced improvements in conceptual understanding and self-efficacy, with greater improvement observed in the experimental group. The Mann–Whitney test indicated a significant difference between the two groups in both conceptual understanding and self-efficacy ($p < 0.05$). Therefore, it can be concluded that the use of PhET simulation is effective in improving students' understanding of function graph concepts and their self-efficacy.

Keywords: PhET Simulation, Conceptual Understanding, Function Graphs, Self-Efficacy, Mathematics Learning

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media PhET terhadap pemahaman konsep grafik fungsi dan self-efficacy peserta didik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experimental* tipe *nonequivalent control group design*. Subjek penelitian terdiri dari dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang menggunakan media PhET dan kelompok kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional, masing-masing berjumlah 13 peserta didik. Instrumen penelitian berupa tes pemahaman konsep dan angket self-efficacy yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Analisis data dilakukan melalui statistik deskriptif dan inferensial menggunakan uji Shapiro–Wilk, uji Wilcoxon, dan uji Mann–Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman konsep dan self-efficacy pada kedua kelompok, dengan peningkatan yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Hasil uji Mann–Whitney menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok baik pada pemahaman konsep maupun self-efficacy ($p < 0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep grafik fungsi dan self-efficacy peserta didik.

Kata Kunci: PhET Simulation, Pemahaman Konsep, Grafik Fungsi, *Self-Efficacy*, Pembelajaran Matematika

How to Cite: Bulu, S. I., Napu, T. W., & Bulu, Y. (2026). Pengaruh Penggunaan Simulasi Interaktif PhET terhadap Peningkatan Pemahaman dan *Self-Efficacy* Siswa pada Materi Grafik Fungsi. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 7 (3), 3439-3453. <http://doi.org/10.54373/imeij.v7i3.5419>

PENDAHULUAN

Pendidikan matematika memegang peranan penting dalam mengembangkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis, logis, dan sistematis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kehidupan sehari-hari. Salah satu materi dasar yang harus dikuasai peserta didik adalah grafik fungsi linear, yang mengintegrasikan pemahaman konseptual dan keterampilan representasi visual. Namun demikian, data internasional menunjukkan bahwa kemampuan matematika peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil PISA 2022, skor matematika siswa Indonesia hanya mencapai 366, jauh di bawah rata-rata global sebesar 472, serta sekitar 82% siswa berusia 15 tahun berada pada level 2 atau lebih rendah (OECD, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum mampu memahami konsep matematika secara mendalam dan masih cenderung menghafal tanpa memahami hubungan antara persamaan dan grafik.

Rendahnya pemahaman konsep tersebut juga berkaitan erat dengan aspek afektif, khususnya *self-efficacy*. *Self-efficacy* merupakan keyakinan individu terhadap kemampuannya dalam menyelesaikan tugas atau menghadapi tantangan tertentu (Bandura, 1997). Dalam konteks pembelajaran matematika, *self-efficacy* memengaruhi cara peserta didik berpikir, memotivasi diri, serta bertahan dalam menghadapi kesulitan. Peserta didik dengan *self-efficacy* rendah cenderung menghindari tantangan, mudah menyerah, serta kurang percaya diri dalam menyelesaikan masalah matematika, sehingga berdampak pada rendahnya hasil belajar (Ulpah, 2019). Selain itu, *self-efficacy* juga memiliki hubungan yang signifikan dengan hasil belajar matematika, di mana peserta didik dengan tingkat *self-efficacy* tinggi cenderung memiliki performa akademik yang lebih baik (Sari et al., 2023; Siregar, 2019).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep sekaligus *self-efficacy* peserta didik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya simulasi interaktif. PhET *Interactive Simulations* yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder merupakan media pembelajaran yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui visualisasi dinamis, manipulasi variabel, dan umpan balik langsung (Perkins et al., 2006). Melalui simulasi ini, peserta didik dapat memanipulasi variabel dalam persamaan matematika dan secara langsung mengamati perubahan grafik, sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.

Penggunaan PhET dalam pembelajaran juga sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Selain itu, PhET mendukung pembelajaran berbasis representasi ganda (*multiple*

representations), yang memungkinkan peserta didik memahami konsep melalui berbagai bentuk representasi, seperti simbolik, numerik, dan grafis. Dalam konteks grafik fungsi linear, pendekatan ini sangat penting karena peserta didik sering mengalami kesulitan dalam menghubungkan persamaan dengan representasi grafiknya (Lubis & Jupri, 2023). Dengan adanya visualisasi yang dinamis, peserta didik dapat memahami hubungan antara gradien, titik potong, dan bentuk grafik secara lebih bermakna.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan peserta didik. Penelitian oleh Muna et al., (2023) dan Rumimpunu et al., (2024) melaporkan adanya peningkatan signifikan hasil belajar setelah penggunaan PhET. Selain itu, penelitian oleh Mayung et al., (2023) serta Rahmah & Apriyani (2024) menunjukkan bahwa penggunaan media ini mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Dalam konteks *self-efficacy*, penggunaan media PhET juga terbukti memberikan pengalaman belajar yang positif dan meningkatkan kepercayaan diri peserta didik (Prasetya et al., 2022; Puspitasari et al., 2022). Bahkan, penelitian internasional menunjukkan bahwa simulasi interaktif seperti PhET dapat meningkatkan keterlibatan dan eksplorasi aktif dalam pembelajaran (Adams et al., 2008). Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh penggunaan PhET terhadap pemahaman konsep grafik fungsi linear sekaligus *self-efficacy* peserta didik pada jenjang SMP di Indonesia masih terbatas. Beberapa penelitian sebelumnya lebih berfokus pada aspek kognitif tanpa mengintegrasikan aspek afektif secara komprehensif. Padahal, penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan PhET tidak hanya berdampak pada hasil belajar, tetapi juga pada motivasi dan *self-efficacy* peserta didik (Banda & Nzabahimana, 2023). Selain itu, penelitian pada konteks grafik fungsi linear juga menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami dan menggambar grafik fungsi (Garcia, 2020; Lopez & Gurat, 2024; Dy et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan simulasi interaktif PhET terhadap (1) pemahaman konsep grafik fungsi linear dan (2) *self-efficacy* peserta didik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga memperkuat keyakinan diri peserta didik serta mendukung kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen (*quasi-experimental design*) dengan model *pretest–posttest control group design* (Creswell & Creswell, 2022). Desain ini digunakan untuk menilai efektivitas suatu perlakuan dengan membandingkan hasil belajar antara dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan PhET Interactive Simulation, sedangkan kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Penggunaan desain ini didasarkan pada kondisi nyata di sekolah, di mana subjek penelitian telah terbagi dalam kelas tetap sehingga tidak memungkinkan dilakukan pengacakan secara penuh. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas IX SMP yang terbagi dalam dua kelas, masing-masing terdiri dari 13 peserta didik. Sampel penelitian ditentukan dengan teknik *purposive sampling*, dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan awal peserta didik. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan PhET Interactive Simulation, sedangkan kelas lainnya sebagai kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas tes pemahaman konsep dan angket *self-efficacy*. Tes pemahaman konsep berbentuk soal uraian singkat yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep pada materi grafik fungsi linear. Tes ini diberikan dua kali, yaitu sebelum perlakuan (*pretest*) dan sesudah perlakuan (*posttest*). Sementara itu, angket *self-efficacy* disusun berdasarkan teori Bandura yang meliputi aspek *magnitude*, *generality*, dan *strength*. Angket menggunakan skala Likert empat tingkat, yaitu sangat tidak setuju (1), kurang setuju (2), setuju (3), dan sangat setuju (4). Instrumen yang digunakan telah melalui proses validasi oleh ahli (*expert judgment*) serta uji reliabilitas untuk memastikan kelayakan instrumen.

Prosedur penelitian terdiri atas tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan analisis data. Pada tahap persiapan, peneliti menyusun instrumen penelitian berupa tes dan angket, melakukan validasi instrumen, serta menentukan kelas eksperimen dan kontrol. Pada tahap pelaksanaan, kedua kelompok diberikan *pretest* dan angket awal untuk mengetahui kondisi awal peserta didik. Selanjutnya, kelompok eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan PhET *Interactive Simulation*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Pembelajaran dilaksanakan selama tiga pertemuan dengan durasi masing-masing 2×40 menit. Setelah perlakuan selesai, kedua kelompok diberikan *posttest* dan angket akhir untuk mengukur perubahan pemahaman konsep dan *self-efficacy*.

Analisis data dilakukan melalui dua tahap, yaitu analisis deskriptif dan analisis inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik data dengan menghitung nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi, baik untuk skor pemahaman konsep maupun *self-efficacy* sebelum dan sesudah perlakuan. Selain itu, skor *self-efficacy* dikategorikan ke dalam empat kategori seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Kategori *self-efficacy* berdasarkan rentang skor (mean)

Rentang Skor (Mean)	Kategori
3.26 – 4.00	Tinggi
2.51 – 3.25	Sedang
1.76 – 2.50	Rendah
1.00 – 1.75	Sangat Rendah

Selanjutnya dilakukan analisis inferensial untuk menguji hipotesis penelitian. Tahap awal analisis inferensial adalah uji normalitas untuk menentukan distribusi data. Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro–Wilk* karena jumlah subjek penelitian kurang dari 50. Setelah itu, dilakukan uji kesetaraan kemampuan awal (*pretest*) antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika data berdistribusi normal, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji parametrik berupa Uji *Independen t-Test*. Namun, jika data tidak berdistribusi normal maka analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik yaitu Uji *Mann–Whitney*. Sementara itu, uji *Wilcoxon Signed Rank* digunakan untuk menguji perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan dalam masing-masing kelompok, baik pada data pemahaman konsep maupun *self-efficacy*. Terakhir, untuk menganalisis perbandingan hasil posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, kembali digunakan Uji *Independent t-test* jika data berdistribusi normal, atau Uji *Mann–Whitney* jika data tidak berdistribusi normal.

Seluruh analisis data dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 27 dengan taraf signifikansi 0,05. Keputusan pengujian hipotesis didasarkan pada nilai signifikansi, di mana jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan efektivitas penggunaan PhET *Interactive Simulation* dalam meningkatkan pemahaman konsep grafik fungsi linear dan *self-efficacy* peserta didik.

HASIL

Hasil Analisis Pemahaman Konsep Grafik Fungsi

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan awal pemahaman konsep grafik fungsi pada kedua kelompok berada pada kategori rendah.

Tabel 2. Deskripsi hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

	N	Mean	Standar Deviasi
Pretest Eksperimen	13	23.63	7.37
Posttest Eksperimen	13	85.17	10.7
Pretest Kontrol	13	19.23	12.5
Posttest Kontrol	13	52.2	13.8

Berdasarkan Tabel 2 di atas, terlihat bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada kedua kelompok dengan nilai rata-rata *posttest* kelompok eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Nilai rata-rata *pretest* pada kelompok eksperimen sebesar 23,63, sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 19,23. Setelah perlakuan, terjadi peningkatan yang signifikan pada kedua kelompok, dengan nilai rata-rata *posttest* kelompok eksperimen mencapai 85,17 dan kelompok kontrol sebesar 52,20. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Uji Normalitas

Setelah melakukan analisis statistik deskriptif, selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk menentukan jenis uji statistik yang digunakan. Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah sampelnya relatif kecil (13 siswa) atau kurang dari 50.

Tabel 3. Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk

Kelas	Shapiro-Wilk (Sig.)	Keterangan
Pretest Eksperimen	0.001	Tidak normal
Posttest Eksperimen	0.070	Normal
Pretest Kontrol	0.024	Tidak Normal
Posttest Kontrol	0.226	Normal

Berdasarkan Tabel 3 di atas, nilai signifikansi pada *pretest* kelas eksperimen sebesar 0,001 (Sig. < 0,05) sehingga tidak berdistribusi normal, sedangkan data *posttest* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,070 (Sig. > 0,05) yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Pada kelompok kontrol, data *pretest* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,024 (Sig. < 0,05) sehingga tidak berdistribusi normal, sementara data *posttest* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,226 (Sig. > 0,05) yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak semua data berdistribusi normal, khususnya pada data

pretest di kedua kelompok. Oleh karena itu, asumsi normalitas tidak terpenuhi secara keseluruhan, sehingga analisis inferensial selanjutnya menggunakan uji nonparametrik, yaitu uji Mann–Whitney.

Uji Kesetaraan Kemampuan Awal (*Pretest*)

Uji kesetaraan dilakukan terhadap data *pretest* untuk mengetahui apakah kemampuan awal peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol berada pada tingkat yang sebanding sebelum diberikan perlakuan.

Tabel 4. Hasil uji kesetaraan kemampuan awal

Kelompok	N	Mean rank	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	13	15.77	0.118	Tidak ada perbedaan signifikan
Kontrol	13	11.23		

Berdasarkan Tabel 4 di atas, hasil uji Mann–Whitney menunjukkan bahwa nilai mean rank kelompok eksperimen (15,77) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol (11,23). Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum kemampuan awal peserta didik pada kelompok eksperimen cenderung lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Namun, hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,118 ($p > 0,005$), sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kedua kelompok, sehingga keduanya dapat dianggap setara sebelum diberikan perlakuan.

Analisis Perbedaan dalam Kelompok

Untuk mengetahui adanya perbedaan pemahaman konsep grafik fungsi sebelum dan setelah perlakuan dalam masing-masing kelompok, dilakukan uji Wilcoxon Signed Rank. Uji ini digunakan karena data tidak memenuhi asumsi normalitas serta bersifat berpasangan (*pretest* dan *posttest*).

Tabel 5. Deskripsi hasil uji perbedaan dalam kelompok menggunakan uji Wilcoxon

Kelompok	N	Positive Ranks	Negatif Ranks	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	13	13	0	0.001	Terdapat peningkatan signifikan
Kontrol	13	13	0	0.001	Terdapat peningkatan signifikan

Berdasarkan Tabel 5 di atas, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa pada kelompok eksperimen seluruh peserta didik mengalami peningkatan hasil belajar, yang ditunjukkan oleh jumlah positive ranks sebanyak 13 dan tidak terdapat negative ranks. Nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest*

dan *posttest* pada kelompok eksperimen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan mampu meningkatkan pemahaman konsep grafik fungsi secara signifikan. Pada kelompok kontrol, hasil yang serupa juga ditemukan, di mana seluruh peserta didik mengalami peningkatan hasil belajar (positive ranks = 13 dan negative ranks = 0). Nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran pada kelompok kontrol juga memberikan peningkatan terhadap pemahaman konsep grafik fungsi, meskipun tidak sebesar kelompok eksperimen sebagaimana terlihat pada analisis deskriptif sebelumnya.

Analisis Perbedaan antar Kelompok

Setelah dilakukan uji perbedaan dalam masing-masing kelompok menggunakan uji Wilcoxon, langkah selanjutnya adalah menguji perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada tahap akhir (*posttest*). Uji ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan, yaitu penggunaan media PhET dalam pembelajaran, dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Mengingat data tidak sepenuhnya memenuhi asumsi normalitas, maka digunakan uji nonparametrik Mann–Whitney untuk membandingkan hasil belajar kedua kelompok.

Tabel 6. Deskripsi hasil uji Mann Whitney pada *posttest*

Kelompok	N	Mean Rank	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	13	19.88	<0.0001	Terdapat perbedaan signifikan
Kontrol	13	7.12		

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji *Mann–Whitney* terhadap data *posttest* menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki nilai *mean rank* sebesar 19,88, yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol sebesar 7,12. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil belajar peserta didik pada kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan kelompok kontrol.

Secara statistik, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar $p < 0,001$ ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Nilai statistik uji ($U = 1,500$; $Z = -4,284$) juga menunjukkan bahwa perbedaan tersebut sangat kuat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media PhET dalam pembelajaran memberikan pengaruh yang lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep grafik fungsi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Hasil Analisis *Self-Efficacy* Siswa

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif *self-efficacy* peserta didik dilakukan untuk memberikan gambaran umum mengenai tingkat keyakinan diri peserta didik dalam memahami dan menyelesaikan tugas terkait materi grafik fungsi, baik sebelum maupun setelah pembelajaran.

Tabel 7. Deskripsi hasil analisis deskriptif *Self-Efficacy* siswa

	Kelas	Mean	Standar Deviasi	Kategori
Angket 1	Eksperimen	1.8269231	0.619278546	Rendah
	Kontrol	1.4423077	0.577243501	Sangat rendah
Angket 2	Eksperimen	3.5	0.571771875	Tinggi
	Kontrol	2.6105769	0.534649107	Sedang

Berdasarkan Tabel 7 di atas, pada pengukuran awal (angket 1), nilai rata-rata (*mean*) *self-efficacy* pada kelompok eksperimen sebesar 1,83 dengan kategori rendah, sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 1,44 dengan kategori sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum pembelajaran, tingkat *self-efficacy* peserta didik pada kedua kelompok masih tergolong rendah. Setelah pembelajaran (angket 2), terjadi peningkatan *self-efficacy* pada kedua kelompok. Pada kelompok eksperimen, nilai rata-rata meningkat menjadi 3,50 dengan kategori tinggi, sedangkan pada kelompok kontrol meningkat menjadi 2,61 dengan kategori sedang. Selain itu, nilai standar deviasi pada kedua kelompok menunjukkan bahwa sebaran data relatif homogen, sehingga peningkatan *self-efficacy* terjadi secara cukup merata di antara peserta didik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang dilakukan mampu meningkatkan *self-efficacy* peserta didik, dengan peningkatan yang lebih tinggi terjadi pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Uji Normalitas

Sebelum dilakukan analisis inferensial terhadap data *self-efficacy*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini penting sebagai dasar dalam menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Dalam penelitian ini, uji normalitas juga menggunakan uji Shapiro–Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 yaitu hanya 13 siswa.

Tabel 8. Deskripsi hasil uji normalitas data *self-efficacy* siswa

Data	Shapiro-Wilk (Sig.)	Keterangan
Angket 1 Eksperimen	0.003	Tidak berdistribusi normal
Angket 2 Eksperimen	0.002	Tidak berdistribusi normal
Angket Kontrol	0.721	Berdistribusi normal
Angket 2 Kontrol	0.015	Tidak berdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 8 di atas, Uji normalitas data *self-efficacy* dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kelompok eksperimen, baik data angket 1 maupun angket 2 memiliki nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,003 dan 0,002 (Sig. < 0,05), sehingga tidak berdistribusi normal. Pada kelompok kontrol, data angket 1 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,721 (Sig. > 0,05) yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, sedangkan data angket 2 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,015 (Sig. < 0,05) sehingga tidak berdistribusi normal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak semua data *self-efficacy* berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan uji nonparametrik, yaitu uji Wilcoxon untuk melihat perbedaan sebelum dan sesudah pembelajaran, serta uji Mann–Whitney untuk membandingkan kedua kelompok.

Uji Perbedaan dalam Kelompok (*Pretest-Posttest*)

Untuk mengetahui perbedaan tingkat *self-efficacy* peserta didik sebelum dan setelah pembelajaran pada masing-masing kelompok, dilakukan uji Wilcoxon Signed Rank. Uji ini digunakan karena data *self-efficacy* tidak sepenuhnya berdistribusi normal serta bersifat berpasangan, yaitu pengukuran sebelum (angket 1) dan setelah pembelajaran (angket 2).

Tabel 9. Deskripsi hasil uji Wilcoxon data *self-efficacy*

Kelompok	N	Positive Ranks	Negatif Ranks	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	13	13	0	0.001	Terdapat peningkatan signifikan
Kontrol	13	13	0	0.001	Terdapat peningkatan signifikan

Berdasarkan Tabel 9, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa pada kelompok eksperimen seluruh peserta didik mengalami peningkatan *self-efficacy*, yang ditunjukkan oleh jumlah *positive ranks* sebanyak 13 dan tidak terdapat *negative ranks*. Nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *self-efficacy* sebelum dan setelah pembelajaran pada kelompok eksperimen. Pada kelompok kontrol, hasil yang serupa juga ditemukan, di mana seluruh peserta didik mengalami peningkatan *self-efficacy* (*positive ranks* = 13 dan *negative ranks* = 0). Nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang dilakukan pada kedua kelompok mampu meningkatkan *self-efficacy* peserta didik secara signifikan. Namun demikian, berdasarkan hasil analisis deskriptif sebelumnya, peningkatan *self-efficacy* pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Uji Perbedaan Antar Kelompok pada Data *Self-Efficacy* Siswa

Untuk mengetahui perbedaan tingkat *self-efficacy* peserta didik antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah pembelajaran, dilakukan uji *Mann–Whitney*. Uji ini digunakan karena data *self-efficacy* tidak sepenuhnya berdistribusi normal serta bertujuan untuk membandingkan dua kelompok yang tidak berpasangan.

Tabel 10. Deskripsi hasil uji perbedaan antar kelompok pada data *self-efficacy*

Kelompok	N	Mean Rank	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	13	19.23	<0.0001	Terdapat perbedaan signifikan
Kontrol	13	7.77		

Berdasarkan Tabel 10, hasil uji *Mann–Whitney* terhadap data *self-efficacy* menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki nilai *mean rank* sebesar 19,23, yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol sebesar 7,77. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat *self-efficacy* peserta didik pada kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Secara statistik, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar $p < 0,001$ ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Nilai statistik uji ($U = 10,000$; $Z = -3,852$) juga menunjukkan bahwa perbedaan tersebut cukup kuat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media PhET lebih efektif dalam meningkatkan *self-efficacy* peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media PhET memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep grafik fungsi dan *self-efficacy* peserta didik. Berdasarkan hasil uji *Mann–Whitney* pada data *posttest*, diperoleh nilai signifikansi $p < 0,001$, yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Nilai *mean rank* kelompok eksperimen yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa pembelajaran berbantuan PhET lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dibandingkan pembelajaran konvensional. Sebelum perlakuan diberikan, hasil uji kesetaraan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi awal peserta didik berada pada tingkat yang sebanding, sehingga perbedaan yang muncul pada tahap akhir dapat didistribusikan pada perlakuan yang diberikan. Temuan ini memperkuat validitas internal penelitian, karena efek perlakuan dapat diamati secara lebih objektif.

Hasil uji *Wilcoxon* menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep grafik fungsi. Namun demikian, peningkatan pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran konvensional tetap memberikan kontribusi terhadap peningkatan hasil belajar, penggunaan media PhET mampu mengoptimalkan proses pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui interaksi dengan lingkungan belajar (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Dalam konteks ini, PhET menyediakan lingkungan belajar interaktif yang memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri melalui simulasi. Peserta didik dapat memanipulasi variabel dan secara langsung mengamati perubahan grafik fungsi, sehingga terjadi proses konstruksi pengetahuan yang lebih bermakna. Selain itu, penggunaan PhET juga mendukung teori pembelajaran berbasis representasi ganda (*multiple representations*), yang menekankan pentingnya penyajian konsep dalam berbagai bentuk untuk memperkuat pemahaman (Ainsworth, 2006). Dalam pembelajaran grafik fungsi, peserta didik tidak hanya melihat persamaan secara simbolik, tetapi juga memahami hubungan antara bentuk aljabar dan representasi grafis secara visual dan dinamis. Hal ini membantu mengurangi miskonsepsi yang sering terjadi dalam pembelajaran matematika.

Pada aspek afektif, hasil penelitian menunjukkan bahwa *self-efficacy* peserta didik mengalami peningkatan yang signifikan pada kedua kelompok, dengan peningkatan yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Hasil uji *Mann-Whitney* juga menunjukkan bahwa *self-efficacy* peserta didik pada kelompok eksperimen secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($p < 0,001$). Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan PhET tidak hanya berdampak pada hasil belajar kognitif, tetapi juga pada keyakinan diri peserta didik dalam belajar matematika.

Peningkatan *self-efficacy* ini dapat dijelaskan melalui teori *self-efficacy* yang dikemukakan oleh Bandura (1997), yang menyatakan bahwa keyakinan individu terhadap kemampuannya dipengaruhi oleh pengalaman keberhasilan (*mastery experience*). Melalui penggunaan PhET, peserta didik memperoleh kesempatan untuk mencoba, gagal, dan berhasil secara mandiri dalam lingkungan yang aman dan interaktif. Pengalaman keberhasilan tersebut secara bertahap meningkatkan kepercayaan diri peserta didik dalam memahami konsep matematika. Selain itu, interaktivitas dan umpan balik langsung yang diberikan oleh simulasi PhET juga berperan dalam meningkatkan keterlibatan (*engagement*) peserta didik. Peserta didik menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran, sehingga tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga

terlibat dalam eksplorasi dan penemuan konsep. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Tanzillal et al., (2026) yang menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis simulasi dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang melibatkan teknologi dan pendekatan interaktif juga berkaitan dengan peningkatan kemampuan dan kepercayaan diri (*self-efficacy*) siswa dalam pembelajaran (Sofianingsih et al., 2026). Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media PhET dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi grafik fungsi, efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan *self-efficacy* peserta didik. Integrasi aspek kognitif dan afektif ini menjadi keunggulan utama dari pembelajaran berbasis teknologi. Oleh karena itu, penggunaan media PhET dapat direkomendasikan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang inovatif dan relevan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep grafik fungsi peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada hasil posttest, dengan nilai rata-rata dan *mean rank* kelompok eksperimen yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan media PhET juga terbukti mampu meningkatkan *self-efficacy* peserta didik secara signifikan. Peningkatan *self-efficacy* yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan PhET tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga pada aspek afektif peserta didik. Dengan demikian, media PhET dapat direkomendasikan sebagai alternatif pembelajaran yang inovatif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan *self-efficacy* peserta didik, khususnya pada materi grafik fungsi.

REFERENSI

- Adams, W. K., Paulson, A., & Wieman, C. E. (2008). What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration with Interactive Simulations? *AIP Conference Proceedings*, 1064(October 2008), 59–62. <https://doi.org/10.1063/1.3021273>
- Anisatu Rahmah, A., & Fitri Apriyani, I. (2024). Efektivitas Media PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(2), 56–62. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10470801>.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. S W.H. Freeman.

- Cresswell, JW and Creswell, J. (2022). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (6th Ed)*. SAGE.
- Dy, A. U., Lagura, J. C., & Baluyos, G. R. (2024). Using PhET Interactive Simulations to Improve the Learners' Performance in Science. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 4(4), 520–530. <https://doi.org/10.35877/454ri.eduline2981>
- Dzulfikar, A. (2019). Pengaruh Bahan Ajar Berbasis Self-Efficacy pada Pembelajaran Statistika SMP terhadap Kecemasan Matematika Siswa. *NUMERICAL: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.25217/numerical.v3i1.452>
- Garcia, A. V. (2020). *Interactive Simulations in Teaching Linear Equations*. 8(7), 4611. www.ijcrt.org
- Jamila, S., Verawati, N. N. S. P., & Makhrus, M. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner Siswa Kelas XI. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v11i1.8332>
- 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 (IJRISS)*, 8(3), 2867–2875. <https://doi.org/10.47772/IJRISS>
- Lubis, M. N., & Jupri, A. (2023). Analysis of Student Errors in Solving Word Problems on Linear Program Using Newman's Procedure. *AIP Conference Proceedings*, 2734(1), 160–172. <https://doi.org/10.1063/5.0156385>
- Mayung, R. A., Tandiyayu, W. N., Untu, Z., & Widajanti, A. (2023). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran Digital PhET Simulation untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru Tahun 2021, 2020*, 105–111.
- Muna, A. K., Tandililing, E., & Oktavianty, E. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Menggunakan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Hukum Newton di SMP Negeri 23 Pontianak. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.26418/jippf.v4i1.55564>
- OCDE. (2023). Resultados de PISA 2022 (Volumen I): El estado del aprendizaje y la equidad en la educación. In https://www.Oecd.Org/En/Publications/Pisa-2022-Results-Volume-I_53F23881-En/Full-Report.Html (Vol. 1).
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>
- PhET Interactive Simulations. (2024). PhET Impact Report 2024. *University of Colorado Boulder*, 1–30. https://phet.colorado.edu/publications/PhET_Impact_Report_2024.pdf
- Prasetya, I. E., Yusuf, M., & Buhungo, T. J. (2022). Description of Students Learning Motivation Towards the Use of PhET Simulation in Physics Online Learning in Terms of Self-Efficacy and Anxiety Levels. *Jurnal Pijar MIPA*, 17(1), 23–27. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i1.3218>
- Puspitasari, L., Subiki, S., & Supriadi, B. (2022). Pengaruh Media PhET Simulation terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(2), 89. <https://doi.org/10.24114/jpf.v11i2.37682>
- Rumimpunu, F. F. N., Londa, T. K., Polii, J., & Lolowang, J. (2024). Efektivitas Penggunaan Simulasi PhET terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Asas Kontinuitas di SMA Negeri 1 Likupang the Effectiveness of Using PhET Simulation on Student Learning Outcomes on the Principles of Continuity Material at SMA Negeri 1 Likupa. 7(1). <http://phet.colorado.edu>

- Sari, W. P., Halini, H., & BS, D. A. (2023). Hubungan Self Efficacy dan Hasil Belajar Matematika Siswa pada Materi Sistem Persamaan Linier Tiga Variabel. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 4(1), 32. <https://doi.org/10.26418/ja.v4i1.67334>
- Siregar, N. (2019). Hubungan Self-Efficacy dengan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas Rendah. *Journal of Mathematics Science and Education*, 1(2), 64–72. <https://doi.org/10.31540/jmse.v1i2.459>
- Sofianingsih, E., Kartono, K., & Ahmadi, F. (2026). Peran Efikasi Diri dalam Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Menggunakan Model PBL Berbantuan PhET Simulations. *Sosioedukasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan dan Sosial*, 15(1).
- Tanzillal, M. I., Hertanti, E., & Suwarna, I. P. (2026). Pengaruh PhET Interactive Simulations terhadap Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Termodinamika. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1)
- Ulpah, M. (2019). Self-Efficacy dalam Pembelajaran Matematika Siswa Madrasah Aliyah. *Jurnal Penelitian Agama*, 20(1), 110–121. <https://doi.org/10.24090/jpa.v20i1.2019.pp110-121>