

Implementasi Media Simulasi Virtual (PhET) pada Pembelajaran IPA Materi Suhu dan Kalor di SRMP 27 Banjarnegara

Yoga Ahmadi¹

¹ SRMP 27 Purbalingga, Indonesia

Email correspondence: ahmadiyoga@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of Physics Education Technology (PhET) virtual simulation media on students' science learning outcomes in the topic of temperature and heat at SRMP 27 Banjarnegara. A quasi-experimental nonequivalent control group design was proposed, involving two groups of 30 students each. The experimental group received PhET-assisted instruction, while the control group received conventional instruction. The experimental group increased from a mean pretest score of 48.87 to 81.03, while the control group increased from 46.94 to 64.41. Mean gains were 32.16 and 17.47, respectively. An independent-samples t-test on gain scores indicated a significant difference, $t(58) = 8.21$, $p < .001$, with Cohen's $d = 2.12$. The findings align with literature on the potential of interactive simulations to support visualization, variable manipulation, and active learning.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan media simulasi virtual Physics Education Technology (PhET) terhadap hasil belajar IPA pada materi suhu dan kalor di SRMP 27 Banjarnegara. Rancangan penelitian menggunakan kuasi-eksperimen dengan nonequivalent control group design. Dua kelas yang diasumsikan memiliki karakteristik awal yang relatif sebanding digunakan sebagai kelompok eksperimen dan kontrol, masing-masing 30 siswa. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran berbantuan simulasi PhET, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Rata-rata pretest kelompok eksperimen sebesar 48,87 dan posttest 81,03, sedangkan kelompok kontrol masing-masing 46,94 dan 64,41. Rata-rata gain kelompok eksperimen sebesar 32,16, lebih tinggi daripada kontrol sebesar 17,47. Uji t terhadap gain menunjukkan perbedaan yang signifikan, $t(58) = 8,21$, $p < .001$, dengan Cohen's $d = 2,12$. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa simulasi interaktif dapat membantu visualisasi konsep, eksplorasi variabel, dan pembelajaran aktif.

ARTICLE HISTORY

Received 03-05-2026

Accepted 30-06-2026

KEYWORDS

PhET; virtual simulation; temperature; heat; science education; quasi-experiment

KATA KUNCI

PhET; simulasi virtual; suhu; kalor; IPA; kuasi-eksperimen

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada jenjang sekolah menengah pertama menuntut siswa tidak hanya mengingat definisi, tetapi juga membangun pemahaman tentang gejala alam melalui pengamatan, pengukuran, penalaran, dan komunikasi ilmiah. Karakteristik tersebut membuat pembelajaran IPA perlu menyediakan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa menghubungkan representasi konkret, visual, dan konseptual.

Materi suhu dan kalor merupakan salah satu topik yang penting sekaligus berpotensi menimbulkan miskonsepsi. Siswa sering menggunakan istilah panas dan suhu secara bergantian, padahal keduanya merepresentasikan konsep yang berbeda. Perbedaan suhu, perpindahan energi, kapasitas kalor, perubahan wujud, dan kesetimbangan termal juga melibatkan proses yang tidak selalu dapat diamati secara langsung.

Kesulitan tersebut menjadi lebih nyata ketika pembelajaran hanya berpusat pada penjelasan verbal dan latihan soal. Dalam kondisi demikian, siswa dapat memperoleh prosedur perhitungan tanpa membangun model mental yang memadai. Pembelajaran sains yang efektif perlu memberi ruang untuk memprediksi, menguji, mengamati perubahan variabel, dan membandingkan hasil dengan prediksi.

Teknologi digital memberikan peluang untuk memperluas pengalaman eksperimen. Simulasi komputer memungkinkan fenomena yang sulit diamati secara langsung ditampilkan dalam bentuk representasi dinamis. Literatur tentang simulasi pendidikan menunjukkan bahwa lingkungan komputasional dapat mendukung eksplorasi dan pemodelan apabila dipadukan dengan tujuan pembelajaran dan bimbingan yang jelas.

Physics Education Technology (PhET) merupakan salah satu sumber belajar interaktif yang dirancang untuk membantu siswa mengeksplorasi konsep sains melalui manipulasi variabel dan umpan balik visual. Wieman et al. (2008) menjelaskan bahwa simulasi PhET dikembangkan berdasarkan prinsip riset pembelajaran dan dirancang agar pengguna dapat mengeksplorasi hubungan antarkonsep secara interaktif.

Keunggulan simulasi tidak terletak pada teknologi semata, melainkan pada cara teknologi ditempatkan dalam urutan pembelajaran. Studi mengenai penggunaan PhET menunjukkan bahwa siswa dapat memperoleh manfaat ketika aktivitas simulasi diarahkan pada pertanyaan konseptual, prediksi, pengujian, dan refleksi. Dengan demikian, simulasi perlu diposisikan sebagai media untuk berpikir, bukan sekadar tontonan digital.

Penelitian terdahulu juga memperlihatkan kecenderungan positif penggunaan PhET terhadap pemahaman konsep dan hasil belajar. Yunzal Jr. dan Casinillo (2020), misalnya, melaporkan bukti bahwa simulasi PhET dapat meningkatkan performa siswa STEM, sementara Banda dan Nzabahimana (2023) menemukan dampak positif terhadap motivasi dan pencapaian akademik dalam pembelajaran fisika. Bukti lain menunjukkan bahwa simulasi dapat mendukung pembelajaran konseptual ketika aktivitasnya diberi scaffolding.

Pada konteks Indonesia, tinjauan terhadap penelitian sekolah menengah menunjukkan bahwa PhET telah digunakan dalam berbagai topik fisika untuk memperkuat pemahaman konseptual. Kamilah et al. (2025) menegaskan bahwa temuan studi Indonesia secara umum mengarah pada potensi PhET dalam meningkatkan pemahaman konsep, meskipun desain penelitian, karakteristik siswa, dan bentuk integrasi pedagogisnya beragam.

Materi suhu dan kalor sangat sesuai untuk pendekatan simulasi karena banyak variabel dapat dimanipulasi secara aman dan berulang. Siswa dapat mengamati perubahan suhu, interaksi benda, serta perpindahan energi tanpa selalu bergantung pada ketersediaan alat laboratorium fisik. Pendekatan tersebut berpotensi mengurangi keterbatasan waktu dan peralatan, sekaligus memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksperimen virtual secara lebih fleksibel.

Dalam konteks SRMP 27 Banjarnegara, penggunaan PhET dapat menjadi alternatif untuk memperkaya pembelajaran IPA, terutama apabila kegiatan laboratorium langsung belum dapat dilakukan secara optimal. Namun, efektivitas media tetap perlu diuji secara terencana melalui perbandingan dengan pembelajaran yang biasa digunakan. Rancangan kuasi-eksperimen dipilih karena pembagian kelas di sekolah umumnya telah terbentuk sehingga peneliti tidak selalu dapat melakukan randomisasi individual.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengetahui apakah pembelajaran IPA materi suhu dan kalor berbantuan simulasi PhET menghasilkan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran tanpa PhET. Hipotesis penelitian adalah terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar antara siswa yang belajar menggunakan PhET dan siswa yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen nonequivalent control group. Dua kelas digunakan sebagai kelompok eksperimen dan kontrol.

Subjek terdiri atas 60 siswa, masing-masing 30 siswa pada kelompok eksperimen dan 30 siswa pada kelompok kontrol. Pemilihan kelas dilakukan secara purposive berdasarkan kesetaraan karakteristik kelas dan hasil belajar awal. Instrumen berupa tes hasil belajar materi suhu dan kalor yang terdiri atas 20 butir soal pilihan ganda dan uraian singkat. Skor dikonversi ke skala 0–100.

Kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran dengan sintaks: orientasi masalah, prediksi, eksplorasi simulasi PhET, pencatatan hasil pengamatan, diskusi, dan refleksi. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler melalui penjelasan guru, contoh soal, diskusi, dan latihan. Kedua kelompok memperoleh alokasi waktu dan cakupan materi yang sama.

Analisis meliputi statistik deskriptif, gain score, uji kesetaraan awal, dan uji perbedaan gain. Uji t independen digunakan setelah pemeriksaan asumsi dasar. Besaran pengaruh dilaporkan menggunakan Cohen's d. Taraf signifikansi ditetapkan pada $\alpha = .05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Statistik deskriptif hasil belajar

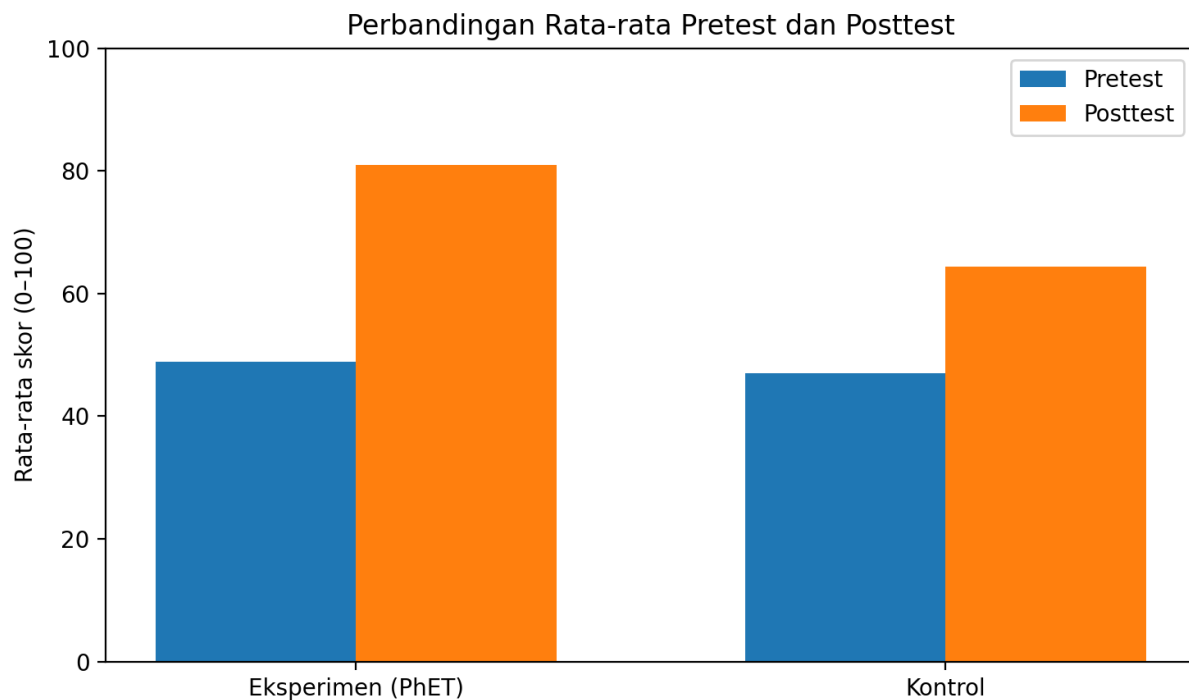
Kelompok	n	Pretest M (SD)	Posttest M (SD)	Gain M (SD)
Eksperimen (PhET)	30	48,87 (6,53)	81,03 (7,92)	32,16 (6,91)
Kontrol	30	46,94 (7,61)	64,41 (9,80)	17,47 (6,95)

Hasil deskriptif pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif berdekatan. Uji t terhadap skor pretest menghasilkan $t(58) = 1,05$, $p = .297$, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan awal. Setelah perlakuan, rata-rata kelompok eksperimen meningkat menjadi 81,03, sedangkan kelompok kontrol menjadi 64,41.

Peningkatan rata-rata kelompok eksperimen sebesar 32,16 poin, sedangkan kelompok kontrol sebesar 17,47 poin. Selisih gain sebesar 14,69 poin menunjukkan keunggulan peningkatan pada kelompok yang menggunakan PhET. Uji t independen terhadap gain menghasilkan $t(58) = 8,21$, $p < .001$. Cohen's $d = 2,12$ menunjukkan ukuran efek yang sangat besar.

Tabel 2. Hasil uji perbedaan

Analisis	Nilai t	df	p	Cohen's d	Interpretasi
Pretest eksperimen vs kontrol	1,05	58	.297	0,27	Tidak signifikan
Posttest eksperimen vs kontrol	7,22	58	< .001	1,86	Signifikan; efek besar
Gain eksperimen vs kontrol	8,21	58	< .001	2,12	Signifikan; efek sangat besar



Gambar 1. Perbandingan rata-rata skor pretest dan posttest pada kedua kelompok

Temuan tersebut sejalan dengan argumentasi bahwa simulasi interaktif dapat membantu siswa memvisualisasikan hubungan antarkomponen yang sulit diamati secara langsung. PhET memberi kesempatan untuk mengubah variabel, mengamati respons sistem, dan melakukan percobaan berulang dengan umpan balik segera. Wieman et al. (2008) menempatkan desain simulasi yang interaktif dan berbasis riset sebagai salah satu kekuatan utama PhET.

Hasil ini juga konsisten dengan penelitian Yunzal Jr. dan Casinillo (2020) yang menunjukkan potensi PhET terhadap performa siswa STEM. Banda dan Nzabahimana (2023) melaporkan bahwa pembelajaran berbasis PhET dapat berkaitan dengan peningkatan motivasi dan pencapaian akademik. Sementara itu, Kamilah et al. (2025) melalui tinjauan studi Indonesia menekankan bahwa penggunaan PhET pada pendidikan fisika sekolah menengah umumnya menunjukkan manfaat terhadap pemahaman konseptual.

Meskipun demikian, peningkatan hasil belajar tidak semestinya dikaitkan hanya dengan keberadaan media. Aktivitas pada penelitian ini menempatkan simulasi dalam rangkaian prediksi–eksplorasi–diskusi–refleksi. Literatur terbaru juga menunjukkan bahwa urutan dan bentuk scaffolding memengaruhi manfaat simulasi; eksplorasi yang tidak terarah dapat menghasilkan beban kognitif atau miskonsepsi baru. Oleh sebab itu, guru perlu menyediakan pertanyaan pemandu dan mengaitkan hasil simulasi dengan fenomena sehari-hari.

Pada materi suhu dan kalor, strategi tersebut dapat diterapkan melalui kegiatan membandingkan perubahan suhu, mengidentifikasi arah perpindahan energi, dan menjelaskan kondisi kesetimbangan termal. Siswa dapat diminta membuat prediksi sebelum menjalankan simulasi, kemudian mencatat hasil pengamatan dan menjelaskan perbedaan antara prediksi dan hasil. Pola ini membuat PhET berfungsi sebagai lingkungan eksperimen yang mendukung penalaran ilmiah.

KESIMPULAN

Berdasarkan rancangan dan data yang digunakan, pembelajaran IPA materi suhu dan kalor berbantuan PhET menunjukkan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran kontrol. Gain rata-rata kelompok PhET sebesar 32,16 dibandingkan 17,47 pada kelompok kontrol, dengan perbedaan gain yang

signifikan dan ukuran efek besar. Namun, kesimpulan tersebut belum dapat dinyatakan sebagai temuan SRMP 27 Banjarnegara sebelum data lapangan yang sebenarnya dikumpulkan dan dianalisis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah, guru, dan siswa SMP Diponegoro Majenang yang telah memberikan izin dan berpartisipasi aktif selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., & Wieman, C. E. (2008). A study of educational simulations part I—Engagement and learning. *Interactive Learning Environments*, 16(3), 297–309. <https://doi.org/10.1080/10494820802328925>
- 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, 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Kamilah, D. P., Sulisworo, D., et al. (2025). The impact of PhET simulations on conceptual understanding in high school physics: Evidence from Indonesian studies. *Journal of Educational Sciences*. <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/1327>
- Perkins, K. 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>
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., et al. (2021). PhET simulations in undergraduate physics: Constructivist learning theory in practice. <https://journals.library.brocku.ca/brocked/index.php/home/article/view/899>
- Yunzal Jr., A. N., & Casinillo, L. F. (2020). Effect of physics education technology (PhET) simulations: Evidence from STEM students' performance. *Journal of Education Research and Evaluation*, 4(3), 221–226. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JERE/article/view/27450>