Volume 6. No 1. 25- 32 **APRIL 2026**

Al-Khazini: **Jurnal Pendidikan Fisika**
http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/alkhazini
DOI: 10.24252/al-khazini.v6i1.60837

P-ISSN: 2830-3644
e-ISSN: 2829-6699

The Effect of Problem Based Learning Model on Students' Conceptual Understanding in Thermodynamics Assisted by PhET Simulator

Viola Maharani Agustin[1*], Sahrul Saehana[2], Gustina[3], Ielda Paramita[4]

[1]Universitas Tadulako

**Corresponding Address: violaagustin19@gmail.com*

Info Artikel

Riwayat artikel

Dikirim: 13 Agustus 2025
Direvisi : 30 Oktober 2025
Diterima: 30 April 2026
Diterbitkan:30 April 2026

Kata Kunci:

Problem Based Learning
PhET Simulator
Pemahaman Konsep
Termodinamika
Pembelajaran Fisika

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terhadap pemahaman konsep fisika peseerta didik pada materi termodinamika dengan bantuan media simulasi *PhET Simulator.* Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *Quasi Experiment* jenis *One Group Pretest-Posttest Design.* Sampel penelitian berjumlah 26 siswa kelas XI C di MAN Tolitoli, dengan menggunakan instrument berupa tes pilihan ganda berjumlah 20 butir dengan 5 opsi jawaban, serta menggunaan tiga indikator pemahaman konsep yang dikemukakan oleh Bloom yaitu, penerjemahan (kemampuan informasi dari satu bentuk ke bentuk lain), penafsiran (kemampuan memahami makna dari suatu konsep atau data), dan ekstrapolasi (kemampuan memperkirakan atau menerapkan konsep dalam situasi baru). Hasil analisis deskriptif penelitian ini menunjukkan bahwa skor rata-rata pemahaman konsep siswa meningkat dari 41,15 pada *pretest* menjadi 81,73 pada *posttest.* Hasil uji normalitas pada penelitian ini menujukkan data berdistribusi normal dan hasil uji hipotesis dengan menggunakan teknik uji *Paired Sample T-Test* menghasilkan nilai t_{hitung} lebih besar daripada t_{tabel} yaitu 11,55 > 1,71 dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,05$. Dari penjelasan tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET* efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti termodinamika.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the Problem Based Learning (PBL) model on students' conceptual understanding of physics in topics of thermodynamics, assisted by PhE Simulator media. The study employed a quantitative approach with Quasi-Experimental design of the One Group Pretest-Posttest type. The research sample consisted of 26 students from class XIC at MAN Tolitoli, and the instrument used was a multiple-choice test comprising 20 item with five answer options. The test was based on three indicators of conceptual understanding proposed by Bloom: translation (the ability to convert information from one form to another), interpretation (the ability to comprehend the meaning of concept or data), and extrapolation (the ability to apply or predict concept in new situations). The descriptibe analysis results showed that the students' average conceptual understanding scores increased from 41,15 in the pretest to 81,73 in the posttest. The normality test results indicated that the data were normally distributed, and the hypothesis testing using the Paired Sampel T-Test technique showed that calculated t-valude was greater than the critical t-value (11,55 > 1,71), with a significance level of $\alpha = 0,05$/ these findings indicated that the implementation of the Problem Based Learning model assisted by PhET is effective in improving the quality of physics learning,

(cc) BY-NC

especially for abstract topics such as thermodynamics.

© 2026 The Author(s). Published by Physics Education, UIN Alauddin Makassar, Indonesia.

How to cite: Agustin, V. M., Saehana, S., Gustina, G., & Paramita, I. (2026). The Effect of Problem Based Learning Model on Students' Conceptual Understanding in Thermodynamics Assisted by PhET Simulator. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, *6*(1). Retrieved from https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/alkhazini/article/view/60837

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan elemen kunci dalam mendukung kemajuan suatu bangsa melalui pengembangan generasi yang berkualitas. Melalui pendidikan, poteni individu diasah baik dalam aspek intelektual maupun sosial, sehingga mampu membentuk karakter, menanamkan nilai-nilai, dan membangun etika sebagai bekal dalam kehidupan bermasyarakat. Dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 menyebutkan bahwa membentuk manusia Indonesia yang cerdas, beriman, berkarakter, berakhlak mulia, terampil, serta menjadi warga negara yang demokratis merupakan tujua dari Pendidikan negara Indonesia. Oleh karena itu, proses pendidikan seharusnya dirancang dengan memperhatikan karakteristik dan kebutuhan peserta didik agar mutu pendidikan dapat terus ditingkatkan (Ferarry, et al., 2024).

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya mengusai kiterasi dasar, tetapi juga memahami konsep-konsep saintifik secara mendalam untuk memecahkan persoalan nyata dan berkontribusi dalam pembangunan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan visi *Education 2030: A New Vision for Education* yang menekankan pentingnya pembelajaran sepanjang hayat dan pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar (Holzhacker & Agussalim, 2019). Namun, hasil survey PISA 2022 menunjukkaan bahwa hanya 34% siswa Indonesia berada pada level kemahiran minimal, yaitu level 2 dalam Literasi sains. Hasil ini menunjukkan bahwa Indonesia berada jauh di bawah rata-rata negara dalam lingkup OECD yaitu 76%. Selain itu, skor rata-rata siswa Indonesia mengalami penurunan dibandingkan tahun 2018 (OECD, 2024). Hal ini mencerminkan masih rendahnya pemahaman konsep sains di kalangan peserta didik.

Salah satu penyebab pemahaman konsep rendah adalah model pembelajaran yang digunakan masih didominasi oleh metode konvensional, yaitu ceramah dan hafalan rumus, yang menyebabkan siswa kurang aktif dalam pembelajaran dan sulit memahami materi secara konseptual (Soraya, 2022). Dalam konteks pembelalajaran fisika, materi seperti termodinamika bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung, sehingga sering menimbulkan miskonsepsi. Penelitian Aini, et al. (2024) menunjukkan bahwa hanya 27% siswa memahami konsep fisika dengan baik, sementara 45% lainnya mengalami miskonsepsi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Cahyaningtyas, et al. (2023) yang menemukan bahwa 63% - 69% siswa mengalami miskonsepsi pada materi suhu dan kalor.

Untuk menjawab tantangan ini, salah satu pendaktan pembelajaran yang relevan adalah *Problem Based Learning* (PBL), yaitu model pembelajaran yang menenkankan pemecahan masalah kontekstual melalui kerja sama, penyelidikan ilmiah, dan pemikiran kritis. PBL terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir siswa (Kurniawan, et al., 2023). Namun, karena sifat termodinamika yang abstrak, pendekatan ini perlu didukung oleh media pembelajran interaktif seperti *PhET Simulator*. *PhET Simulator* merupakan simulasi berbasis computer yang memungkinkan siswa memvisualisasikan fenomena fisika secara virtual dan dinamis. Penelitian Husein (2020), menunjukkan bahwa kombinasi PBL dan *PhET Simulator* secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi termodinamika. Hal ini diperkuat oleh hasil studi Lestari, et al (2020) yang menjelaskan adanya pengaruh signifikan terhadap keterampilan

(cc) BY-NC

proses sains serta kemampuan pemecahan masalah siswa ketika menggunakan model *Problem Based Learning* dengan integrasi simulasi *PhET* pada pokok bahsan suhu dan kalor.

Dalam pembelajaran berbasis masalah, guru bertindak sebagai fasilitatir yang idealnya mengaitkan permasalahan yang dikaji dengan isi kurikulum. Meski demikian, siswa juga diberikan ruang untuk mengembangkan permasalahan sesuai dengan minat mereka terhadap hal-hal yang ingin mereka pelajari dan ketahui lebih lanjut. Umumnya, model pembelajaran berbasis masalah memiliki tahapan-tahapan tertentu yang dikenal sebagai sintaks pembelajaran. Adapun sintaks pembelajaran berbasis masalah yang dikemukakan oleh Johnson (2007) sebagai berikut:

Tabel 1. Sintak Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Fase	Indikator	Aktivitas/Kegiatan Guru
1	Orientasi siswa kepada masalah	Guru menyampaikan tujuan, menjelaskan perlengkapan, memaparkan masalah, dan memotivasi siswa untuk aktif.
2	Mengorgnisasi siswa belajar	Guru membimbing siswa merumuskan serta mengorganisasi tugas pembelajaran terkait masalah.
3	Membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan data, melakukan eksperimen, dan menemukan solusi.
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru mendukung siswa menyiapkan produk atau laporan hasil kerja serta mengatur pembagian tugas.
5	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru menfasilitasi refleksi terhadap proses dan hasil penyelidikan yang telah dilakukan.

Tabel 1, menunjukkan tahapan pelaksanaan *Problem Based Learning* (PBL) yang menjadi pedoman dalam proses pembelajaran penelitian ini. Setiap fase memiliki peran penting dalam membangun kemampuan pemahaman konsep siswa. Pada fase pertama guru berfungsi sebagai fasilitator yang memunculkan masalah kontekstual untuk membangkitkan motivasi belajar siswa. Fase kedua menekankan pengorganisasian kegiatan belajar agar siswa mampu merancang langkah-langkah penyelesaian maslaah secara terstruktur.

Fase ketiga merupakan inti dari proses *Problem Based Learning* (PBL), dimana siswa melakukan penyelidikan mandiri maupun kelompok melalui pengumpulan data, eksperimen, dan diskusi aktif. Selanjutnya, pada fase keempat, siswa mengembangkan serta mempresentasikan hasil temuannya dalam bentuk produk atau laporan ilmiah yang menunjukkan pemahaman konsep yang telah diperoleh. Terakhir, fase kelima berfokus pada kegiatan refleksi dan evaluasi untuk meninjau efektivitas proses pembelajaran dan solusi yag dihasilkan.

Simulasi *PhET* merupakan media pembelajaran interaktif yang dapat diakses secara gratis melalui perangkat ponsel maupun komputer. Pengguna dapat mengunduhnya melalui situs resmi di (https://phet.colorado.edu/) untuk digunakan secara *offline.* Perangkat lunak ini kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan Mac OS. Selain itu, *PhET* juga dapat dijalankan secara online tanpa perlu instalasi. Tampilan simulasinya yang menarik dan penggunaannya yang sederhana membuatnya lebih mudah dipahami oleh siswa sehingga mendukung proses pembelajaran secara efektif (Wieman, et al.., 2008).

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulator* terhadap pemahaman konsep siswa pada materi termodinamika.

METODE

(cc) BY-NC

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen (*Quasi Experiment*) menggunakan desain *One Group Pretest-Posttest.* Penelitian ini dilaksanakan pada smester genap tahun ajaran 2024/2025 di MAN Tolitoli. Subjek penelitian ini terdiri atas 25 siswa kelas XI C. instrumen utama yang digunakan berupa tes pilihan ganda sebanyak 20 butir soal, yang terdiri atas 5 opsi jawaban dan disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep menurut Bloom, yaitu penerjemahan, penafsiran dan ekstrapolasi. Penelitian ini menggunakan teknik statistik deksriptif dan inferensial dalam pengolahan datanya dnegan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dalam pengujian normalitas dan uji Paired Sample T-Test dengan tingkat signifikansi (α) 0,05 untuk pengujian hipotesis. Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan akhir. Pada tahap persiapan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran berupa RPP, LKPD, dan instrumen tes pemahaman konsep, kemudian melakukan validasi instrumen kepada dosen ahli materi media untuk memastikan kesesuaian isi serta reliabilitasnya.

Selanjutnya, pada tahap pelaksanaan, kegiatan pembelajaran dilaksanakan di kelas XI MAN Tolitoli menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulator. Proses pembelajaran mengikuti lima sintaks PBL, yaitu orientasi siswa pada masalah, pengorganisasian kegiatan belajar, penyelidikan mandiri dan kelompok, pengembangan serta penyajian hasil karya, dan refleksi terhadap proses pemecahan masalah. Siswa diberikan *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah kegiatan selesai untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep. Pada tahap akhir, data hasil tes dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan uji normalitas dan *paired sample t-test* untuk mengetahui pengaruh model PBL berbantuan PhET terhadap pemahaman konsep fisika siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

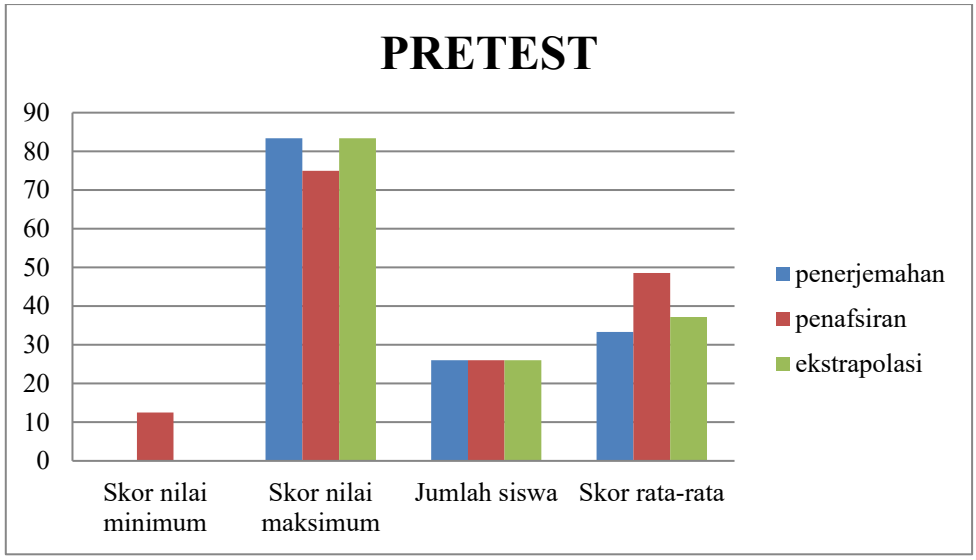
Rata-rata skor *pretest* adalah 41,15 dan meningkat menjadi 81,73 pada *posttest.* Berdasarkan hasil *pretest,* ketiga indikator pemahaman konsep menujukkan rata0rata skor yang bervariasi. Indikator penafsiran memiliki nilai rata-rata tertinggi dibandingkan indikator penerjemahana dan ektrapolasi, sementara indikator penerjemahan dan ektrapolasi menunjukkan nilai yang relative setara dengan selisih sebesar 3,85 poin. Pada hasil *posttest,* indiator esktrapolasi menalami peningkatan paling signifikan dibandingkan dua indikator lainnya. Secara umum rata-rat skor ketiga indikator mengalami peningkatan sebesar 40% - 50%. Peningkatan ini menujukkan adanya pengaruh positif dari penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang didukung oleh penggunaan media *PhET Simulator* terhadap pemahaman konsep siswa sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

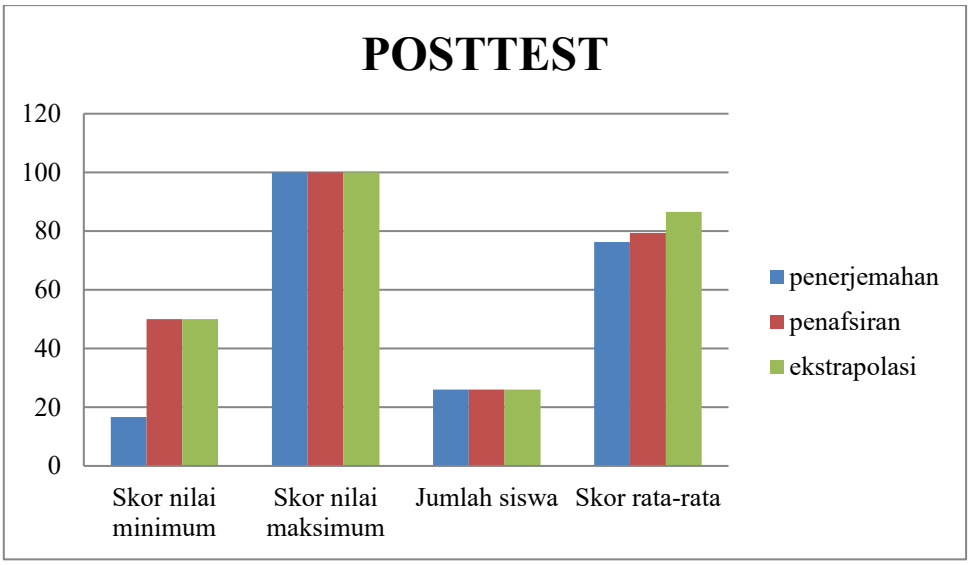
Tabel 2. Data Hasil Penelitian

Uraian	Pretest			Posttest		
	1	2	3	1	2	3
Skor nilai minimum	0	12,5	0	16,67	50	50
Skor nilai maksimum	83,36	75	83,36	100	100	100
Jumlah siswa	26	26	26	26	26	26
Skor nilai total	866,86	1262,50	966,87	1983,60	2062,50	2250,23
Skor rata-rata	33,34	48,56	37,19	76,29	79,33	86,55

Keterangan :
1 : Indikator Penerjemahan
2 : Indikator Penafsiran
3 : Indikator Ektrapolasi

(cc) BY-NC





Hasil perhitungan uji normalitas terhdap data sebelum dan sesudah perlakuan, bertujuan untuk mengukur tingat pemahaman konsep siswa. Hasil uji normalitas dalam penelitian ini menunjukan data terdistribusi normal, yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Statistik	**Varian (*Pretest*)**	**Varian (*Posttest*)**
N sampel	26	26
Mean	41,20	81,70
Simpangan Baku	17,80	15,60
D_{hitung}	0,16	0,12
Ks Tabel	0,26	0,26
Hasil	**Terdistibusi Normal**	**Terdistribusi Normal**

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai D_{hitung} lebih kecil daripada D_{tabel} (Ks Tabel),. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep fisika berdistribusi normal.

Pengujian hipotesis dilakukan untuk menguji kebenaran atau membuktikan jawaban dari dugaan yang telah dirumuskan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, jenis uji yang digunakan adalah *Paired Sample T-Test*, dengan data yang dianalisis berasal dari hasil pretest

(cc) BY-NC

dan posttest yang sebelumnya telah memenuhi asumsi normalitas. Adapun hasil dari uji *Paired Sample T-Test* disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji *T-Test Paired Sample*

	POST	***PRE***
Rata-rata	81.73	41.15
Varians	251.88	330.62
Jumlah Sampel	26.00	26.00
Korelasi Pearson	0.45	
Selisih Rat-rata Hipotesis	0.00	
Derajat Kebebasan	25.00	
Nilai statistik t	11.55	
Nilai-p (satu sisi)	0.00	
Nilai t Kritis (satu sisi)	1.71	
Nilai-p (dua sisi)	0.00	
Nilai t Kritis (dua sisi)	2.06	

Dalam penelitian ini, uji hipotesis menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 11,55 dengan derajat kebebasan sebesar 25. Sedangkan nilai t_{tabel} pada taraf signifikan α = 0,05 sebesar 1,71. Sehingga disimpulkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Yang artinya terdapat pengaruh antara pemahaman konsep fisika siswa setelah diajar dengan menggunakan model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *PhET* Simulator daripada sebelum diajar dengan menggunakan model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *PhET Simulator*.

Temuan penelitian ini selaras dengan hasil yang dilaporkan oleh Saharsa (2018) dalam penelitiannya yang berjudul "Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan *Video Based Laboratory* Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika." Dalam studi tersebut, Saharsa menyimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* yang didukung oleh media *Video Based Laboratory* mampu memberikan peningkatan yang signifikan terhadap pemahaman konsep fisika siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional pada siswa kelas VIII SMP. Hasil ini menguatkan temuan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan media pendukung seperti simulasi digital, permainan edukatif, maupun video laboratorium terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik. Selain itu penelitian oleh Bangun et al. (2024) yang menyatakan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *Virtual* Lab PhET mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Dalam penelitiannya, Bangun et al. menekankan bahwa penggunaan simulasi virtual membantu siswa dalam menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena nyata, sehingga memperkuat kemampuan berpikir analitis dan interpretatif. Selain itu, pembelajaran berbasis masalah juga meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan penyelidikan dan diskusi kelompok yang berorientasi pada pemecahan masalah autentik.

Temuan serupa juga dikemukakan oleh Azmi et al. (2023), yang meneliti efektivitas integrasi *Problem Based Learning* dengan simulasi PhET pada materi suhu dan kalor. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, serta motivasi belajar siswa. Azmi e*t* al. menjelaskan bahwa kombinasi PBL dan PhET menciptakan lingkungan belajar interaktif yang memfasilitasi siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri melalui eksplorasi dan refleksi terhadap fenomena fisis yang disimulasikan.

(cc) BY-NC

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan media *PhET Simulator* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika siswa pada materi termodinamika di kelas XI C MAN Tolitoli pada tahun ajaran 2024/2025. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulator terbukti berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika siswa, khususnya pada materi termodinamika. Model PBL memungkinkan siswa aktif memecahkan masalah melalui kegiatan penyelidikan, diskusi, dan eksplorasi konsep secara mandiri, sedangkan media PhET membantu memvisualisasikan fenomena abstrak seperti kalor, energi dalam, dan suhu sehingga konsep menjadi lebih mudah dipahami. Kombinasi keduanya menciptakan proses pembelajaran yang interaktif, bermakna, dan berpusat pada siswa. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain desain yang hanya menggunakan satu kelompok tanpa pembanding (*one group pretest-posttest design*), sehingga generalisasi hasil masih terbatas. Selain itu, waktu pelaksanaan yang relatif singkat belum sepenuhnya menggambarkan efektivitas jangka panjang dari penerapan model ini. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen dengan dua kelompok dan waktu pembelajaran yang lebih panjang untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, peneliti merekomendasikan agar guru mengintegrasikan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan PhET Simulator dalam proses pembelajaran fisika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti termodinamika, karena pendekatan ini dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna. Guru juga diharapkan terus meningkatkan kompetensi dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi guna menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan menantang. Selain itu, pihak sekolah diharapkan mendukung penerapan pembelajaran inovatif melalui penyediaan sarana teknologi, pelatihan guru, serta kebijakan yang mendorong penggunaan media simulasi interaktif seperti PhET dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan mutu pembelajaran fisika secara menyeluruh. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian dengan desain eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol agar hasil penelitian lebih terukur dan dapat digeneralisasikan, serta memperluas cakupan materi maupun menambahkan variabel lain seperti motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, dan kreativitas siswa guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas model PBL berbantuan PhET Simulator dalam pembelajaran fisika.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, H., Sabani, S., Solikin, S., Manik, K., Harahap, R. A., Putri, R. I. P., & Sibagariang, S. A. B. (2025). Analysis of students' cognitive conceptual understanding on temperature and heat material using a four-tier multiple choice diagnostic test. Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika, 13(1), 73–83. https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i1.15822

Azmi, M. K., Rahayu, S., & Hikmawati, H. (2016). Pengaruh model problem based learning dengan metode eksperimen dan diskusi terhadap hasil belajar fisika ditinjau dari sikap

(cc) BY-NC

ilmiah siswa kelas X MIPA SMA N 1 Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 2*(2), 86–94. https://doi.org/10.29303/jpft.v2i2.294

Bangun, F. B., Sakdiah, H., & Ayunda, D. S. (2024). Penerapan problem based learning berbantuan virtual lab PhET pada pembelajaran fisika guna meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Edu Research, 5*(2), 187–192. https://iicls.org/index.php/jer/article/view/192

Cahyaningtyas, C. D., Fatma, E., Rianto, P. A. M., Nuha, U., Wahyuni, S., & Yusmar, F. (2023). Analisis miskonsepsi siswa SMP pada materi konsep suhu dan kalor. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(15), 71–75. https://doi.org/10.5281/zenodo.8200897

Ferrary, C. H., Kurniawan, A., Safitri, R. Y., Hikmah, U. N., Krismawati, B. M., Rahmawati, K., & Darmawan, I. (2024). *Urgensi Memahami Karakteristik Peserta Didik dalam Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka*. Jurnal Basicedu, 8(5), 3985–3997. https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i5.8708

Holzhacker, R., & Agussalim, D. (2019). Sustainable Development Goals in Southeast Asia and ASEAN: National and Regional Approaches (Vol. 1). BRILL. https://doi.org/10.1163/9789004391949

Johnson, B. Elaine. 2007. Contextual Teaching and Learning, Menjadikan Kegiatan Belajar Mengajar Mengasikkan dan Bermakna. Terjemahan Ibnu Setiawan. Bandung. Mizan Learning Centre (MLC).

Kurniawan, B., Dwikoranto, D., & Marsini, M. (2023). Implementasi problem based learning untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa: Studi pustaka. *Practice Of The Science Of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan, 2*(1), 27–36. https://doi.org/10.58362/hafecspost.v2i1.28

Lestari, S. A., Supriadi, B., & Harijanto, A. (2022). Pengaruh model pembelajaran problem based learning disertai PhET simulation terhadap keterampilan proses sains dan kemampuan pemecahan masalah fisika di SMA pokok bahasan suhu dan kalor. Jurnal Pembelajaran Fisika, 11(1), 34-40. https://doi.org/10.19184/jpf.v11i1.29405

Soraya, S. (2022). Efektifitas Quantum Learning Dalam Peningkatan Hasil Belajar Siswa. *Tahdzib Al-Akhlaq: Jurnal Pendidikan Islam*, *5*(1), 76-95. https://doi.org/10.34005/tahdzib.v5i1.1967

Saharsa, U., Qaddafi, M., & Baharuddin, B. (2018). Efektivitas penerapan model pembelajaran problem based learning berbantuan video based laboratory terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 6*(2), 57–64. https://doi.org/10.24252/jpf.v6i2.5725

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). Future of Education and Skills 2030: Learning Compass. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/about/projects/future-of-education-and-skills-2030.html

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

(cc) BY-NC