

Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik

Melani Aulia Khatami*, Susilawati, Sutrio

Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram NTB, 83125. Indonesia

*Corresponding Author: melaniaulia968@gmail.com

Article History

Received : April 07th, 2026

Revised : April 27th, 2026

Accepted : May 16th, 2026

Abstract: Pemahaman konsep merupakan aspek penting dalam pembelajaran fisika karena menjadi dasar bagi peserta didik dalam memahami materi secara lebih mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi gelombang bunyi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen jenis *Non-equivalent Control Group Design*. Sampel penelitian terdiri atas kelas XI MIPA 1 sebagai kelas eksperimen dan XI MIPA 2 sebagai kelas kontrol di MA Al-Anshori Monje. Instrumen yang digunakan berupa 20 soal pilihan ganda pemahaman konsep yang telah diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Hasil N-Gain menunjukkan seluruh indikator pemahaman konsep pada kelas eksperimen berada pada kategori sedang dengan rentang 0,36-0,63, sedangkan kelas kontrol berada pada kategori rendah hingga sedang dengan rentang 0,16-0,45. Hasil uji hipotesis memperoleh nilai $t_{hitung} = 3,846 > t_{tabel} = 2,012$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik.

Keywords: *Problem Based Learning*, *PhET Simulation*, pemahaman konsep fisika.

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia, sehingga lembaga pendidikan dituntut mampu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat (Sewang, 2015). Kemajuan suatu negara juga dapat dilihat dari kualitas pendidikannya, karena semakin maju suatu negara maka semakin baik pula kualitas pendidikan yang dimilikinya (Faiziyah et al., 2022). Namun, dalam praktiknya, pendidikan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, salah satunya dalam proses pembelajaran fisika pada tingkat sekolah menengah (Choiroh et al., 2023).

Fisika merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam yang berperan penting dalam menjelaskan berbagai fenomena dalam kehidupan sehari-hari (Kaniawati, 2017). Meskipun demikian, fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan menantang oleh peserta didik. Hasil penelitian Azizah et al. (2015) menunjukkan bahwa 33% siswa menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang menantang, sedangkan 51% siswa menyatakan bahwa fisika sulit dipahami. Rendahnya minat belajar fisika

juga dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang masih didominasi penyampaian satu arah dari guru, sehingga peserta didik cepat merasa bosan. Kondisi tersebut dapat berdampak pada kurang optimalnya pemahaman konsep peserta didik dalam mempelajari fisika (Quddus et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik secara aktif dalam mengembangkan ide dan membangun pemahamannya, salah satunya melalui model *Problem Based Learning* (Kartini et al., 2022).

Model *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang menempatkan peserta didik pada suatu permasalahan nyata yang bersifat kontekstual (Gunawan & Ritonga, 2020). Pembelajaran berbasis masalah menyajikan masalah yang relevan sebelum proses pembelajaran dimulai, sehingga peserta didik terdorong untuk meneliti, menganalisis, dan mencari solusi terhadap permasalahan tersebut (Widiasworo, 2018). Model *Problem Based Learning* memiliki ciri-ciri pembelajaran kontekstual, penyajian masalah yang memotivasi peserta didik, keterlibatan aktif peserta didik, kerja kolaboratif, serta pengembangan berbagai keterampilan dan pengalaman belajar (Haryanti et al., 2017).

Penerapan *Problem Based Learning* tidak hanya bergantung pada pemilihan model pembelajaran yang tepat, tetapi juga memerlukan dukungan media pembelajaran agar pelaksanaannya berjalan maksimal dan tujuan pembelajaran tercapai (Maharani et al., 2024).

Media pembelajaran memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan proses belajar mengajar. Media pembelajaran yang tepat dapat membantu guru menyampaikan materi dengan lebih jelas serta meningkatkan interaksi peserta didik selama proses pembelajaran (Hasan et al., 2021). Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu menjelaskan konsep fisika yang abstrak adalah *PhET Simulation* (Wee et al., 2014). *PhET Simulation* merupakan simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder dan telah diakui sebagai alat pembelajaran yang efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep ilmiah melalui visualisasi. Laboratorium virtual seperti PhET memungkinkan peserta didik mengeksplorasi fenomena yang sulit atau berisiko dilakukan di laboratorium fisik serta membantu menghubungkan fenomena yang diamati dengan konsep pada tingkat atomik (Molamahu et al., 2025). Simulasi sains interaktif seperti PhET juga dapat membantu peserta didik memahami konsep fisika yang sulit dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran (Hanikah et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep IPA, seperti listrik statis, gaya, dan gerak (Noverma et al., 2024). Penggunaan PhET juga dinilai efektif untuk membantu guru dan peserta didik dalam mempelajari konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak (Rizaldi et al., 2020). Selain itu, pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* terbukti berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik (Yanti et al., 2019). Pemahaman konsep merupakan penguasaan materi yang tidak hanya menekankan kemampuan mengingat, tetapi juga kemampuan menjelaskan kembali materi dalam bentuk lain serta menerapkannya sesuai struktur kognitif peserta didik (Fitrah, 2017). Pemahaman konsep juga mencakup kemampuan memahami definisi, sifat, uraian, dan menjelaskan fenomena yang bersifat abstrak (Pratiwi et al., 2019). Dengan demikian,

pemahaman konsep menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran, baik di kelas maupun dalam kehidupan sehari-hari (Aledya, 2019).

Berdasarkan observasi awal di MA Al-Anshori Monje pada peserta didik kelas XI MIPA serta hasil wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, diperoleh informasi bahwa sebagian besar peserta didik masih cenderung pasif dan kurang menunjukkan keterlibatan aktif dalam pembelajaran. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian peserta didik cepat merasa bosan dan kurang optimal dalam memahami konsep yang dipelajari. Keterbatasan fasilitas laboratorium juga menyebabkan peserta didik jarang melakukan praktikum dan kurang memperoleh pengalaman belajar yang bersifat eksploratif. Selain itu, peserta didik belum terbiasa belajar menggunakan model *Problem Based Learning* maupun memanfaatkan media *PhET Simulation* dalam proses pembelajaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kuasi eksperimen (*quasi experiment*). Penelitian kuasi eksperimen digunakan karena penelitian ini melibatkan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan berbeda untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel tertentu (Setyosari, 2013). Desain penelitian yang digunakan adalah *Non-equivalent Control Group Design*, yaitu desain penelitian yang melibatkan dua kelompok kelas yang tidak dipilih secara acak, yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation*, sedangkan kelas kontrol diberikan pembelajaran konvensional pada materi gelombang bunyi.

Penelitian ini dilaksanakan di MA Al-Anshori Monje, pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI MIPA MA Al-Anshori Monje tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 48 peserta didik dan terbagi ke dalam dua kelas. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik sampling jenuh, yaitu teknik penentuan sampel dengan menggunakan seluruh anggota populasi sebagai sampel (Sugiyono, 2014). Berdasarkan teknik tersebut, diperoleh kelas XI MIPA 1 yang berjumlah 25 peserta didik sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 23 peserta didik sebagai kelas kontrol.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation*, sedangkan variabel terikatnya adalah pemahaman konsep fisika peserta didik. Data penelitian berupa skor pemahaman konsep fisika yang diperoleh dari hasil tes, observasi dan dokumentasi. Tes yang digunakan berupa 20 butir soal pilihan ganda yang diberikan dalam bentuk *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum perlakuan, sedangkan *post-test* diberikan untuk mengetahui pemahaman konsep peserta didik setelah perlakuan. Instrumen tes yang digunakan berjumlah 20 butir soal pilihan ganda dengan indikator pemahaman konsep yang meliputi menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen terlebih dahulu diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran soal, dan daya pembeda soal untuk memastikan kelayakan instrumen dalam mengukur pemahaman konsep fisika peserta didik.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, dimulai dari analisis uji prasyarat data menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah data memenuhi syarat normal dan homogen, selanjutnya melakukan uji hipotesis yang dilakukan menggunakan *uji-t polled varians* karena jumlah peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak sama. Uji-t digunakan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET*

Simulation terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik. Selain itu, dilakukan uji N-Gain untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian pemahaman konsep fisika peserta didik diperoleh melalui pemberian *pre-test* sebelum perlakuan dan *post-test* setelah perlakuan. Instrumen yang digunakan berupa 20 butir soal pilihan ganda pada materi gelombang bunyi yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep, yaitu menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan. Sebelum digunakan, instrumen terlebih dahulu diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda soal.

Berdasarkan hasil uji instrumen, seluruh soal dapat digunakan sebagai instrumen *pre-test* dan *post-test*. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai sebesar 0,83, sehingga instrumen dinyatakan reliabel. Hasil uji tingkat kesukaran menunjukkan bahwa 15 soal berada pada kategori sedang, 3 soal berada pada kategori mudah, dan 2 soal berada pada kategori sukar. Sementara itu, hasil uji daya pembeda menunjukkan 2 soal berkategori jelek, 4 soal berkategori cukup, 10 soal berkategori baik, dan 4 soal berkategori baik sekali. Adapun perbandingan nilai rata-rata tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor Rata-Rata Tes Awal (*Pre-test*) Kelas Eksperimen dan Kontrol

Komponen	Tes Awal (<i>pre-test</i>)	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah Peserta Didik	25	23
Nilai Tertinggi	75	65
Nilai Terendah	40	35
Rata-Rata	56	48,82
Uji Homogenitas	Homogen	
Uji Normalitas	Normal	

Berdasarkan hasil data tes awal terlihat bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, yaitu sebesar 56 dan 47,82. Meskipun demikian, perbedaan rata-rata kedua kelas tidak terlalu besar, sehingga kemampuan awal peserta didik pada kedua kelas dapat dikatakan relatif hampir sama sebelum diberikan perlakuan. Selain itu, hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data kedua

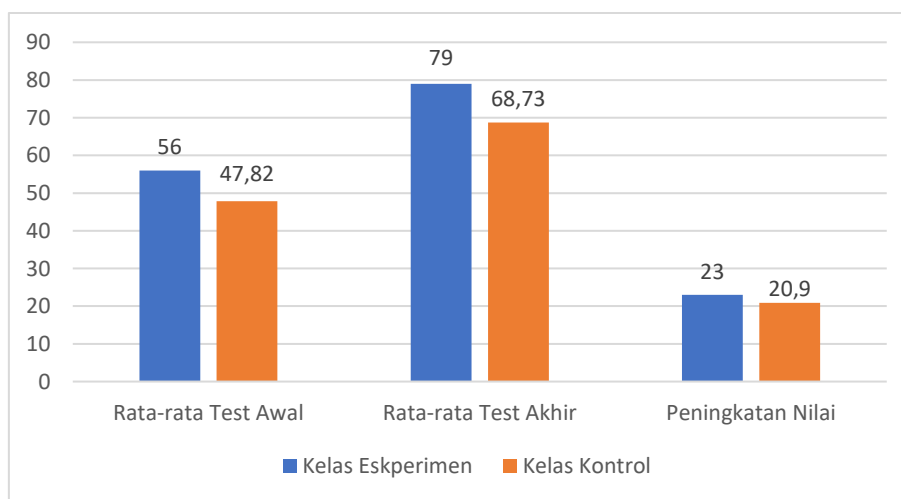
kelas bersifat homogen, sedangkan hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Artinya, kemampuan awal peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kondisi yang setara sebelum diberikan perlakuan. Selanjutnya data hasil tes akhir hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Skor Rata-Rata Tes Akhir (*Post-test*) Kelas Eksperimen dan Kontrol

Komponen	Tes Akhir (<i>post-test</i>)	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah Peserta Didik	25	23
Nilai Tertinggi	90	80
Nilai Terendah	60	50
Rata-Rata	79	68,73
Uji Homogenitas	Homogen	
Uji Normalitas	Normal	

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata tes akhir kelas eksperimen sebesar 79, sedangkan kelas kontrol sebesar 68,73. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua kelas mengalami peningkatan setelah proses pembelajaran, tetapi peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi

dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen yang diberikan perlakuan menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.



Gambar 1. Perbandingan rata-rata *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berdasarkan Gambar 1, kelas eksperimen dan kelas kontrol sama-sama mengalami peningkatan nilai rata-rata setelah pembelajaran. Namun, peningkatan nilai rata-rata pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 23 poin, sedangkan kelas

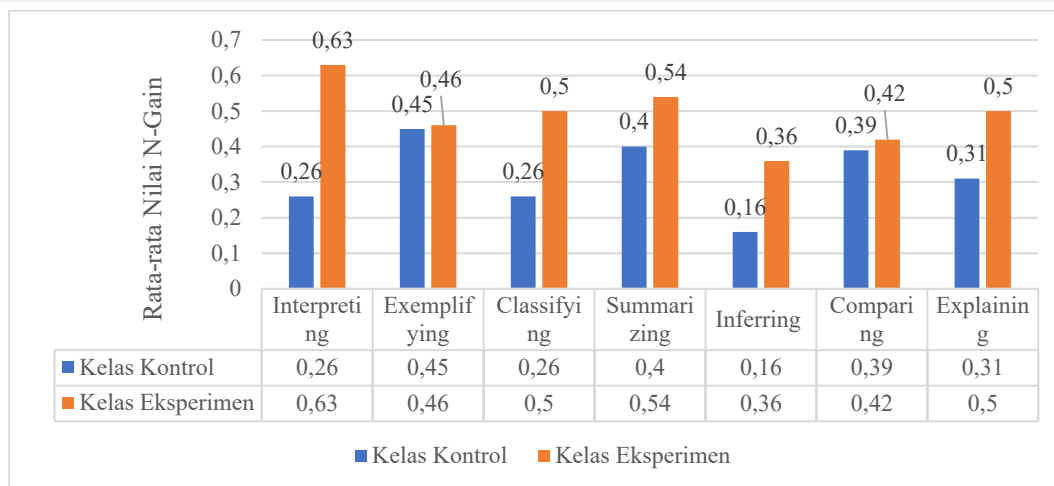
kontrol mengalami peningkatan sebesar 20,9 poin. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Tabel 3. Hasil Uji Analisis Uji Hipotesis

Kelas	Jumlah Siswa	Rata-Rata	Varians (S^2)	t_{hitung}	t_{tabel}
Eksperimen	25	79,00	72,91	3,846	2,012
Kontrol	23	68,73	101,00		

Hasil uji hipotesis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa $t_{hitung} = 3,846$ lebih besar daripada $t_{tabel} = 2,012$ pada $df = 46$ dan taraf signifikansi 0,05, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya, terdapat perbedaan pemahaman konsep fisika antara peserta didik yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning*

berbantuan *PhET Simulation* dan peserta didik yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional. Peningkatan pemahaman konsep peserta didik juga dianalisis berdasarkan masing-masing indikator pemahaman konsep melalui uji N-Gain. Hasil analisis N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Perbandingan rata-rata nilai N-Gain untuk setiap indikator pemahaman konsep

Berdasarkan Gambar 2, seluruh indikator pemahaman konsep pada kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan kategori sedang. Nilai N-Gain kelas eksperimen berada pada rentang 0,36 sampai 0,63. Sementara itu, kelas kontrol menunjukkan peningkatan yang lebih bervariasi, yaitu berada pada kategori rendah dan sedang. Pada kelas eksperimen, peningkatan tertinggi terdapat pada indikator menafsirkan dengan nilai N-Gain sebesar 0,63, sedangkan peningkatan terendah terdapat pada indikator menyimpulkan dengan nilai N-Gain sebesar 0,36. Hal ini menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik secara lebih merata dibandingkan pembelajaran konvensional.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data, penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai rata-rata tes akhir kelas eksperimen sebesar 77, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 66,73. Hasil uji hipotesis juga menunjukkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_a diterima, yaitu $3,917 > 2,013$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Bangun et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik secara lebih baik dibandingkan

pembelajaran langsung. Penelitian Yanti et al. (2019) juga menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* pada pembelajaran fisika memberikan hasil post-test kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Peningkatan pemahaman konsep pada kelas eksperimen terjadi karena pembelajaran tidak hanya berpusat pada guru, tetapi melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pemecahan masalah. Melalui model *Problem Based Learning*, peserta didik diarahkan untuk memahami permasalahan, mengumpulkan informasi, melakukan penyelidikan, berdiskusi, dan menyajikan hasil pemecahan masalah. Kegiatan tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri, sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih bermakna. Hal ini sesuai dengan pendapat Haryanti et al. (2017) bahwa *Problem Based Learning* memiliki ciri pembelajaran kontekstual, melibatkan peserta didik secara aktif, mendorong kolaborasi, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih luas. Selain itu, Maharani et al. (2024) menyatakan bahwa penerapan *Problem Based Learning* akan lebih optimal apabila didukung oleh media pembelajaran yang tepat agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Penggunaan *PhET Simulation* dalam penelitian ini juga menjadi faktor penting yang mendukung peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Materi gelombang bunyi merupakan materi yang bersifat abstrak, sehingga peserta didik membutuhkan media yang dapat membantu memvisualisasikan konsep. Melalui *PhET Simulation*, peserta didik dapat mengamati fenomena gelombang bunyi secara virtual,

memanipulasi variabel, serta menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep yang dipelajari (Hikmawati et al., 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Noverma et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* efektif meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep IPA karena simulasi ini memfasilitasi eksplorasi konsep abstrak melalui eksperimen virtual. Penelitian Banda & Nzabahimana (2023) juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis PhET meningkatkan capaian akademik dan motivasi peserta didik pada materi osilasi dan gelombang. Rizaldi et al. (2020) juga menyatakan bahwa *PhET Simulation* efektif membantu guru dan peserta didik dalam mempelajari konsep fisika yang bersifat abstrak.

Hasil uji N-Gain menunjukkan bahwa seluruh indikator pemahaman konsep pada kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan kategori sedang. Nilai N-Gain kelas eksperimen berada pada rentang 0,36 sampai 0,63, sedangkan kelas kontrol menunjukkan peningkatan yang lebih bervariasi, yaitu berada pada kategori rendah dan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara lebih merata dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan ini sesuai dengan penelitian Hidayai et al. (2022) yang menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar fisika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, tetapi peningkatan kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan.

Pada indikator pertama, yaitu menafsirkan, kelas eksperimen memperoleh peningkatan tertinggi dengan nilai N-Gain sebesar 0,63, sedangkan kelas kontrol hanya memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,26. Peningkatan yang tinggi pada kelas eksperimen disebabkan oleh penggunaan *PhET Simulation* yang mampu menyajikan konsep gelombang bunyi secara visual dan interaktif. Peserta didik dapat mengamati bentuk gelombang, arah rambat bunyi, serta perubahan variabel secara langsung melalui simulasi. Hal ini membantu peserta didik mengubah informasi dari bentuk gambar atau animasi menjadi penjelasan verbal. Sebaliknya, pada kelas kontrol, peserta didik lebih banyak menerima penjelasan secara lisan dari guru sehingga kemampuan menafsirkan fenomena fisika tidak berkembang secara optimal. Hasil ini

sejalan dengan penelitian Ekasari (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan media PhET mampu merangsang pemikiran, perhatian, dan rasa ingin tahu peserta didik sehingga materi yang diterima dapat dipahami dengan lebih jelas. Selain itu, Molamahu et al. (2025) juga menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan PhET efektif meningkatkan pemahaman konsep, terutama pada aspek interpretasi, klasifikasi, dan menjelaskan.

Pada indikator kedua, yaitu mencontohkan, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,46, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,45. Perbedaan peningkatan pada indikator ini tidak terlalu jauh. Hal tersebut dapat terjadi karena kemampuan mencontohkan berkaitan erat dengan pengalaman peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Pada materi gelombang bunyi, peserta didik dapat mengaitkan konsep dengan contoh nyata seperti bunyi sirine, gema, penguas suara, atau perubahan bunyi pada sumber yang bergerak. Oleh karena itu, meskipun kelas kontrol tidak menggunakan *PhET Simulation*, peserta didik masih dapat memberikan contoh berdasarkan pengalaman yang sudah mereka miliki. Namun, pada kelas eksperimen, contoh yang diberikan peserta didik lebih diperkuat melalui kegiatan penyelidikan dan pengamatan menggunakan PhET, sehingga pemahaman terhadap contoh tersebut tidak hanya bersifat hafalan, tetapi juga didasarkan pada konsep yang diamati secara langsung.

Pada indikator ketiga, yaitu mengklasifikasikan, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,50, sedangkan kelas kontrol hanya sebesar 0,26. Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* membantu peserta didik dalam mengenali ciri-ciri konsep dan mengelompokkan konsep berdasarkan karakteristik tertentu. Pada materi gelombang bunyi, peserta didik mempelajari beberapa konsep seperti cepat rambat bunyi, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan efek Doppler. Melalui simulasi, peserta didik dapat mengamati perbedaan karakteristik dari masing-masing konsep, sehingga proses klasifikasi menjadi lebih mudah dilakukan. Rendahnya peningkatan pada kelas kontrol dapat disebabkan karena konsep-konsep tersebut bersifat abstrak dan sulit dibedakan apabila hanya disampaikan melalui penjelasan verbal. Hal ini didukung oleh penelitian Rizaldi et al. (2020) yang menunjukkan bahwa *PhET*

Simulation efektif membantu guru dan peserta didik dalam mempelajari konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak.

Pada indikator keempat, yaitu merangkum, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,54, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,40. Peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi karena peserta didik dilibatkan dalam kegiatan diskusi, pencatatan hasil pengamatan, serta penyusunan informasi penting melalui LKPD. Setelah melakukan percobaan virtual menggunakan PhET, peserta didik memperoleh informasi yang lebih jelas mengenai konsep gelombang bunyi, kemudian merangkumnya berdasarkan hasil diskusi kelompok. Kegiatan tersebut membantu peserta didik memilah informasi utama dan menyusunnya kembali dalam bentuk ringkasan. Pada kelas kontrol, indikator ini juga meningkat karena peserta didik tetap memperoleh penjelasan materi dari guru, tetapi peningkatannya tidak setinggi kelas eksperimen karena peserta didik kurang terlibat dalam proses mengolah informasi secara mandiri. Hal ini sejalan dengan Ramadani & Acesta (2017) yang menyatakan bahwa *Problem Based Learning* berpengaruh terhadap pemahaman konsep karena peserta didik terlibat langsung dalam proses pembelajaran dan pemecahan masalah secara kolaboratif.

Pada indikator kelima, yaitu menyimpulkan, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,36, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,16. Indikator ini merupakan indikator dengan peningkatan paling rendah pada kedua kelas. Rendahnya peningkatan pada indikator menyimpulkan disebabkan karena kemampuan menyimpulkan menuntut proses berpikir yang lebih kompleks. Peserta didik tidak hanya perlu memahami informasi, tetapi juga harus menghubungkan hasil pengamatan, data, konsep, dan alasan ilmiah untuk merumuskan kesimpulan yang tepat (Muna, 2017). Pada kelas eksperimen, peningkatan tetap lebih baik karena peserta didik memperoleh pengalaman penyelidikan melalui simulasi PhET, sehingga memiliki dasar yang lebih kuat dalam menarik kesimpulan. Sementara itu, pada kelas kontrol, peserta didik lebih banyak menerima informasi dari guru, sehingga kesempatan untuk menganalisis dan merumuskan kesimpulan secara mandiri menjadi lebih terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan menyimpulkan perlu dilatih secara berkelanjutan melalui kegiatan penyelidikan, diskusi, dan refleksi.

Pada indikator keenam, yaitu membandingkan, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,42, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,39. Selisih peningkatan pada indikator ini tidak terlalu besar, namun kelas eksperimen tetap menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas sama-sama mengalami perkembangan dalam kemampuan membandingkan konsep, tetapi penggunaan PhET pada kelas eksperimen memberikan bantuan tambahan karena peserta didik dapat mengamati secara langsung perubahan variabel dalam simulasi. Melalui PhET, peserta didik dapat membandingkan kondisi gelombang ketika variabel tertentu diubah (Amelia, 2025). Pada kelas kontrol, kemampuan membandingkan juga meningkat karena peserta didik masih dapat membandingkan konsep melalui penjelasan guru dan latihan soal. Akan tetapi, tanpa bantuan visualisasi langsung, proses membandingkan menjadi kurang optimal, terutama pada konsep yang memiliki hubungan matematis seperti intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi.

Selanjutnya pada indikator ketujuh, yaitu menjelaskan, kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,50, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,31. Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* mampu melatih peserta didik dalam menjelaskan konsep secara lebih runtut dan logis. Pada proses pembelajaran, peserta didik tidak hanya mengamati simulasi, tetapi juga berdiskusi, menjawab permasalahan, dan mempresentasikan hasil kerja kelompok. Kegiatan tersebut melatih peserta didik untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat dari fenomena gelombang bunyi yang mereka amati. Sebaliknya, pada kelas kontrol, peningkatan indikator menjelaskan tidak setinggi kelas eksperimen karena peserta didik cenderung berperan sebagai penerima informasi. Temuan ini sejalan dengan Molamahu et al. (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET efektif meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menjelaskan konsep melalui simulasi fisika yang relevan dan interaktif.

Secara keseluruhan, hasil N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol, terutama pada indikator yang membutuhkan visualisasi dan keterlibatan aktif peserta didik, seperti

menafsirkan, mengklasifikasikan, merangkum, dan menjelaskan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dapat membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui pengalaman belajar yang lebih konkret (Ula et al., 2025). Sementara itu, kelas kontrol tetap mengalami peningkatan, tetapi peningkatannya belum merata. Indikator mencontohkan, merangkum, membandingkan, dan menjelaskan berada pada kategori sedang karena indikator-indikator tersebut masih dapat berkembang melalui penjelasan guru, pengalaman sehari-hari, dan latihan soal. Namun, indikator menafsirkan, mengklasifikasikan, dan menyimpulkan masih berada pada kategori rendah karena membutuhkan pengalaman visual, kegiatan eksploratif, dan proses analisis yang lebih mendalam.

Perbedaan peningkatan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol juga menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional belum sepenuhnya mampu membantu peserta didik membangun pemahaman konsep secara optimal. Pada kelas kontrol, guru lebih dominan dalam menyampaikan materi, sehingga peserta didik cenderung pasif dan kurang mendapatkan kesempatan untuk menemukan konsep secara mandiri. Hal ini sesuai dengan Oktaviani et al. (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran konvensional dapat menyebabkan peserta didik menjadi pasif dan kurang aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, Wendra & Mandriesa et al. (2025) menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran yang tepat dapat memengaruhi keberhasilan proses belajar mengajar dan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap suatu konsep.

Dengan demikian, penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* terbukti lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional. Model *Problem Based Learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif memecahkan masalah secara kolaboratif, sedangkan *PhET Simulation* membantu memvisualisasikan konsep gelombang bunyi yang bersifat abstrak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yanti et al. (2019) yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Selain itu, Noverma et al. (2024) juga menunjukkan bahwa

PhET Simulation efektif memfasilitasi eksplorasi konsep abstrak melalui eksperimen virtual dan meningkatkan keterlibatan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi gelombang bunyi kelas XI MA Al-Anshori Monje. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata *post-test* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil uji hipotesis juga menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_a diterima, yaitu $3,846 > 2,012$. sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunianya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas arahan, bantuan dan bimbingan yang telah diberikan. Serta semua pihak terkait yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- Aledya, V. (2019). Kemampuan pemahaman konsep matematika pada siswa. *May*, 0–7.
- Amelia, F. (2025). *PENGARUH PENDEKATAN STEM (SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS) BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF PHET SIMULATION TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP IPA PESERTA DIDIK KELAS VI MIS AL-HIKMAH BANDAR LAMPUNG* (Doctoral dissertation, UIN RADEN INTAN LAMPUNG).
<https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/41678>
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifah, E. (2015). Kesulitan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. *Jurnal penelitian fisika dan aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44-50.
<https://doi.org/10.26740/jpfa.v5n2.p44-50>
- Banda, H. J., & Nzabanimana, 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>
- 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>
- Choiroh, S. S., Prastowo, S. H. B., & Nuraini, L. (2022). Pengaruh Penggunaan E-LKPD Interaktif Berbantuan *Live Worksheets* terhadap Kemampuan Berpikir Kognitif HOTS Fisika Siswa SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 694-705. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.6795>
- Ekasari, A. (2023). Peningkatan penguasaan konsep dengan menerapkan problem based learning (pbl) berbantuan simulasi phet. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 4(1), 1-8. <https://doi.org/10.32332/al-jahiz.v4i1.6292>
- Faiziyah, N., Hanan, N. A., & Azizah, N. N. (2022). Kemampuan berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan soal berbasis etnomatematika tipe *multiple solutions-task*. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 495-506. scholar.archive.org/work/uf62wsgcava7hlc6kn6jhpko6y/access/wayback/https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa/article/download/mv11n3_14/1338
- Fitrah, M. (2017). Pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika pada materi segiempat siswa SMP. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 51-70. <https://doi.org/10.22236/KALAMATIKA.vol2no1.2017pp51-70>
- Gunawan, G., & Ritonga, A. A. (2020). *Media Pembelajaran Berbasis Industri 4.0*. (1st ed.). Rajawali Pers.
- Hanikah, H., Mutiara, H., Utami, G. N., Hanifah, H., Rohmawati, I., & Siregar, I. J. S. (2025). Phet Virtual simulation training to improve teacher competence at SMPN 1 Plered. *Sosied*, 8(1), 107-115. <https://doi.org/10.37081/ed.v13i1.6631>
- Haryanti, Y. D., & Febriyanto, B. (2017). Model problem based learning membangun kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2). <https://doi.org/10.23969/jp.v9i03.16070>
- Hasan, M., Milawati, M., Darodjat, D., Harahap, T. K., Tahrim, T., Anwari, A. M., & Indra, I. (2021). *Media pembelajaran*. Klaten: Tahta Media Group.
- Hikmawati, H., Sutrio, S., & Kusdiastuti, M. (2019). Pengenalan phet simulations sebagai laboratorium virtual untuk membantu pemahaman konsep fisika pada peserta didik sman 1 gerung tahun 2019. *Jurnal pendidikan dan pengabdian masyarakat*, 2(4). [10.29303/jppm.v2i4.1524](https://doi.org/10.29303/jppm.v2i4.1524)
- Ishlahul'Adiilah, I., & Haryanti, Y. D. (2023). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran IPA. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, 2(1), 49-56. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v2i1.306>
- Kaniawati, I. (2017). Pengaruh simulasi komputer terhadap peningkatan penguasaan konsep impuls-momentum siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 1(1), 24-26. [10.17977/um033v1i1p24-26](https://doi.org/10.17977/um033v1i1p24-26)
- Kartini, D., Nurrohmah, A.N, Wulandari, D., & Prihantini. (2022). Relevansi Strategi Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Dengan Keterampilan Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Tambusia*, 6 (2), 9093. <https://doi.org/10.47766/ariyadhiyyat.v5i1.2900>
- Maharani, N. N., Hikmawati, H., Susilawati, S., & Gunada, I. W. (2024). Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media *PhET Simulation* Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 539-545. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.1983>
- Molamahu, D., Buhungo, T. J., Payu, C. S., & Arbie, A. (2025). The Influence of the Problem Based Learning (PBL) Model Assisted by PhET Simulation on Students' Learning Outcomes in Parabolic Motion Material. *Kasuari: Physics Education*

- Journal (KPEJ)*, 8(1), 133-146. <https://doi.org/10.37891/kpej.v8i1.821>
- Muna, I. A. (2017). Model pembelajaran POE (predict-observe-explain) dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses IPA. *El-Wasathiya: Jurnal Studi Agama*, 5(1), 73-92. [231311801-libre.pdf](https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103)
- Noverma, N., Perawati, P., & Susanti, T. (2024). Pemanfaatan PhET interactive simulation sebagai sumber belajar ilmu pengetahuan alam di sekolah menengah pertama. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 9(4), 40-44. <http://dx.doi.org/10.29210/025377jpgi0005>
- Oktaviani, V., Oknaryana, H. K., & Kurniawan, H. (2023). Perbedaan Hasil Belajar Menggunakan Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantu Aplikasi Quizizz dengan Pembelajaran Konvensional. *Jurnal Ecogen*, 6(2), 290-297. [423ff30b7e604bec286b6f820a2025ba15b8.pdf](https://doi.org/10.63863/jce.v2i4.148)
- Pratiwi, S. I., Lusiana, L., & Fuadiah, N. F. (2019). Peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa smkn 30 Palembang melalui pembelajaran CORE. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 4(2), 15-28. [10.33369/jpmr.v4i2.9749](https://doi.org/10.33369/jpmr.v4i2.9749)
- Quddus, A., Gunawan, G., Sutrio, S., & Verawati, N. N. S. P. (2024). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Generatif Berbantuan Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 5(1), 1-9. [View of Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Generatif Berbantuan Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik](https://doi.org/10.29103/relativitas.v2i2.2014)
- Rahmadani, H., & Acesta, A. (2017). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Sekolah Dasar*, 2(1), 1-9. [860dc786d23f18601270524034d6b8d31536.pdf](https://doi.org/10.29103/relativitas.v2i2.2014)
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal ilmiah profesi pendidikan*, 5(1), 10-14. [10.29303/jipp.v5i1.103](https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103)
- Setyosari, P. (2013). *Metode Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Sewang, A. (2015). *Manajemen Pendidikan*. Malang: Wineka Media.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Ula, A. S. U., Aulia, E. V., & Mahdiannur, M. A. (2025). Efektivitas penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep Hukum Newton pada siswa SMA. *Jurnal Cahaya Edukasi*, 2(4), 74-78. <https://doi.org/10.63863/jce.v2i4.148>
- Wee, L. K., Goh, G. H., & Lim, E. P. (2014). *Easy Java Simulation, an innovativetool for teachers as designers of gravity-physics computer models*. *arXiv preprint arXiv:1401.3061*.
- Wendra, F., & Mandriesa, C. (2025). Pengaruh Penggunaan Simulasi PhET dan Model Problem Based Learning Terhadap Peningkatan Pamahaman Konsep Siswa pada Materi Gerak Parabola. <https://doi.org/10.51903/532cf775>
- Widiasworo, E. (2018). *Strategi pembelajaran edu tainment berbasis karakter (1st ed.)*. Yogyakarta, Indonesia: Ar-Ruzz Media.
- Yanti, F., Daud, M., & Zahara, S. R. (2019). Penerapan *problem based learning* melalui simulasi PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi energi mekanik di SMA. *RELATIVITAS: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(2), 33-39. <https://doi.org/10.29103/relativitas.v2i2.2014>