

PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN *PHET INTERACTIVE SIMULATION* TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP PADA MATERI CAHAYA DAN ALAT OPTIK

Aulia Nailis Syafiah*, Universitas Negeri Yogyakarta

Maryati, Universitas Negeri Yogyakarta

*e-mail: aulianailis.2021@student.uny.ac.id

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan, pengaruh, dan peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dengan menggunakan model *problem based learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* pada materi cahaya dan alat optik. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis *quasi experiment* serta menerapkan *nonequivalent control group pretest-posttest design*. Sampel dipilih menggunakan teknik dengan mengambil dua kelas yaitu kelas VII C (kontrol) dan VII D (eksperimen). Teknik pengumpulan data melalui tes (*pretest-posttest*) dan non tes berupa lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Perangkat pembelajaran meliputi modul ajar dan LKPD, sedangkan instrumen tes telah dianalisis menggunakan *software* SPSS versi 25. Adapun teknik analisis data dilakukan melalui uji hipotesis *independent sample t-test*, uji *effect size*, dan uji *N-Gain Score*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Terdapat perbedaan kemampuan pemahaman konsep model *PBL* berbantuan *PhET* pada materi cahaya dan alat optik dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *DL*; (2) Penerapan model *PBL* berbantuan *PhET* pada materi cahaya dan alat optik memberi pengaruh yang kuat terhadap kemampuan pemahaman konsep peserta didik; (3) Penerapan model *PBL* berbantuan *PhET* mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dengan kategori sedang.

Kata Kunci: Cahaya dan Alat Optik, Kemampuan Pemahaman Konsep, *PhET Interactive Simulation*, *Problem Based Learning*.

Abstract

This study aims to analyze the differences, influence, and improvement of students' concept understanding abilities by using a problem-based learning model assisted by PhET Interactive Simulation on light and optical devices. This research uses quantitative methods with the type of quasi experiment and applies a nonequivalent control group pretest-posttest design. The sample was selected using the technique by taking two classes, namely class VII C (control) and VII D (experimental). Data collection techniques through tests (pretest-posttest) and non-tests in the form of observation sheets of learning implementation. The learning tools include teaching modules and LKPD, while the test instrument has been analyzed using SPSS software version 25. The data analysis technique is carried out through the independent sample t-test hypothesis test, effect size test, and N-Gain Score test. The results showed that: (1) There is a difference in the ability to understand the concept of the PBL model assisted by PhET on the material of light and optical devices with students who follow learning with the DL model; (2) The application of the PBL model assisted by PhET on the material of light and optical devices has a strong influence on the ability to understand the concepts of students; (3) The application of the PBL model assisted by PhET is able to improve the ability to understand the concepts of students with a moderate category.

Keywords: *Conceptual Understanding Ability, Light and Optical Devices, PhET Interactive Simulation, Problem Based Learning.*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan proses penting dalam mengembangkan potensi individu melalui pembelajaran yang berlangsung sepanjang hayat. Pendidikan berperan sentral dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan karakter peserta didik serta menjadi kunci utama dalam membentuk kualitas sumber daya manusia yang unggul (Choirul, 2020:1). Hal ini sejalan dengan Undang–Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang menekankan pentingnya penciptaan suasana dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensinya dalam berbagai aspek kehidupan (Depdiknas, 2003:2).

Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), peserta didik dihadapkan pada tantangan memahami konsep-konsep abstrak seperti materi cahaya dan alat optik. Pembelajaran IPA tidak hanya menuntut penguasaan pengetahuan, tetapi juga kemampuan dalam pemahaman konsep dan pemecahan masalah. Namun demikian, berdasarkan hasil studi internasional seperti TIMSS dan PISA, kemampuan sains peserta didik Indonesia tergolong rendah. Pada TIMSS 2015, Indonesia berada di peringkat 45 dari 48 negara dengan skor 297, sedangkan pada PISA 2022 skor sains peserta didik Indonesia menurun menjadi 383 poin dan tergolong dalam level 1a (Rosyida, 2018:422; Kemendikbudristek, 2023).

Pemahaman konsep merupakan komponen esensial dalam mencapai hasil belajar yang optimal. Pembelajaran konvensional yang masih dominan digunakan, seperti ceramah, dinilai kurang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Siswa cenderung pasif, kurang dapat menyatakan ulang konsep, serta kesulitan dalam mengklasifikasikan dan memberikan contoh dari materi yang dipelajari (Fitriani et al., 2015:228; Ulandari et al., 2023:703).

Berdasarkan hasil observasi di SMP Negeri 4 Ngaglik tahun 2025, diketahui bahwa peserta didik memiliki kemampuan belajar yang rendah, dengan proses pembelajaran yang kurang variatif dan minimnya penggunaan alat peraga. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, model *Problem Based Learning* (PBL) dinilai sebagai solusi yang efektif karena berfokus pada penyelesaian masalah nyata dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Narsa, 2021:166).

Agar implementasi PBL lebih optimal, diperlukan media pembelajaran yang mendukung. Salah satu media yang relevan adalah *PhET Interactive Simulation*, yaitu simulasi virtual interaktif berbasis animasi yang memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep fisika secara menyenangkan dan mandiri (Iryani et al., 2018:28). Penelitian

sebelumnya menunjukkan bahwa laboratorium virtual seperti *PhET* lebih efektif dalam membantu pengembangan konsep dibandingkan dengan laboratorium konvensional (Bajpai, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan PhET Interactive Simulation Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep pada Materi Cahaya dan Alat Optik*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model PBL berbantuan *PhET* dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, khususnya pada materi cahaya dan alat optik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen semu (quasi-experimental) dan menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 4 Ngaglik dengan melibatkan dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas VIII D sebagai kelompok eksperimen dan kelas VIII C sebagai kelompok kontrol. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Pada kelompok eksperimen diterapkan model *Problem Based Learning* yang didukung dengan media *PhET Interactive Simulation* serta dilengkapi penggunaan KIT cermin oleh tiap kelompok secara bergiliran. Sementara itu, kelompok kontrol diberikan pembelajaran dengan model *Discovery Learning*.

Instrumen penelitian terdiri atas tes *pre-test* dan *post-test*, serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. *Pre-test* diberikan sebelum kegiatan pembelajaran untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik, sedangkan *post-test* dilaksanakan setelah proses pembelajaran guna mengevaluasi hasil belajar. Adapun lembar observasi digunakan untuk menilai keterlaksanaan model pembelajaran selama proses berlangsung. Seluruh instrumen telah melalui tahap uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25, dan diperoleh sebanyak 20 soal pilihan ganda yang memenuhi kriteria valid.

Data yang diperoleh dianalisis melalui uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas, dilanjutkan dengan perhitungan *N-Gain*, serta pengujian hipotesis menggunakan *Independent Sample t-test*. Selain itu, dilakukan analisis *effect size* untuk mengetahui besarnya perbedaan, pengaruh, serta peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

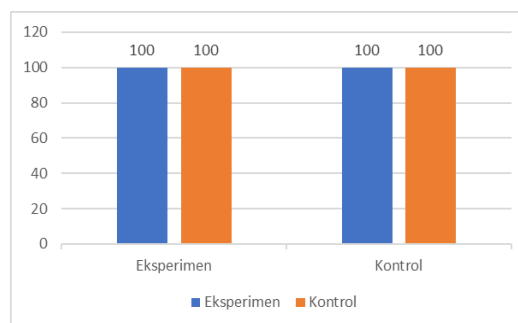
Hasil

Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan sebagai alat untuk memverifikasi kesesuaian proses pembelajaran dengan tujuan yang telah dirancang. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan oleh observer (mahasiswa lain) guna memperoleh data yang objektif mengenai aktivitas guru dan peserta didik selama proses pembelajaran, meliputi tahap pembukaan, inti, dan penutup. Instrumen observasi berisi indikator-indikator kegiatan pembelajaran yang diberi skor 1 jika terlaksana dan 0 jika tidak terlaksana. Pengamatan dilakukan sebanyak dua kali pada kelas eksperimen dan dua kali pada kelas kontrol.

Pertemuan ke-	Persentase Keterlaksanaan (%)	
	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
1	100	100
2	100	100
Rata-rata	100	100
Kategori	Sangat Baik	Sangat Baik

Berdasarkan hasil observasi menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada kedua kelas mencapai rata-rata 100% dan berada dalam kategori sangat baik, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh tahapan pembelajaran, baik pada kelas eksperimen dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* maupun kelas kontrol dengan model *Discovery Learning*, telah dilaksanakan secara optimal sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Temuan ini menegaskan bahwa proses pembelajaran di kedua kelas berjalan efektif dan sesuai prosedur.



Gambar 1. Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran

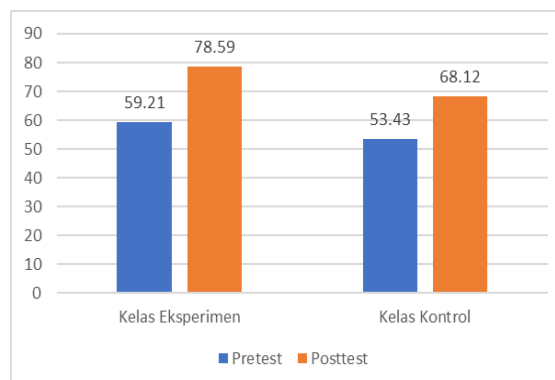
Hasil Pretest dan Posttest Kemampuan Pemahaman Konsep Peserta Didik

Pengukuran kemampuan pemahaman konsep peserta didik dilakukan melalui pemberian instrumen tes *pretest* dan *posttest* yang sama untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen yang digunakan terdiri atas 20 butir soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator kemampuan pemahaman konsep yang relevan dengan materi pembelajaran. Instrumen tersebut telah melalui proses validasi empiris menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25, sehingga memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas.

Tabel 2. Bobot panjang bagian badan artikel

Statistik Deskriptif	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai Minimum	40	60	35	55
Nilai Maksimum	80	90	80	85
Mean (Rata-Rata)	59,22	78,59	53,44	68,12

Hasil pengukuran kemampuan pemahaman konsep disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan data, kelas eksperimen menunjukkan rata-rata skor *pretest* sebesar 59,22 dan meningkat menjadi 78,59 pada *posttest*, dengan selisih 19,37 poin. Sementara itu, kelas kontrol mengalami peningkatan dari rata-rata skor *pretest* 53,44 menjadi 68,12 pada *posttest*, dengan selisih 14,68 poin. Perbandingan selisih antara kedua kelompok menunjukkan bahwa peningkatan kelas eksperimen lebih tinggi sebesar 4,69 poin dibandingkan kelas kontrol.



Gambar 2. Rerata Hasil *Pretest* dan *Posttest* Pemahaman Konsep Peserta Didik

Selain itu, rata-rata skor *posttest* kelas eksperimen juga lebih tinggi sebesar 10,47 poin dibandingkan kelas kontrol. Kenaikan skor minimum dan maksimum pada kelas eksperimen, masing-masing dari 40 menjadi 60 dan dari 80 menjadi 90, menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep yang lebih signifikan dibandingkan kelas kontrol yang hanya meningkat dari 35 menjadi 55 dan dari 80 menjadi 85. Temuan ini mengindikasikan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* lebih efektif dalam

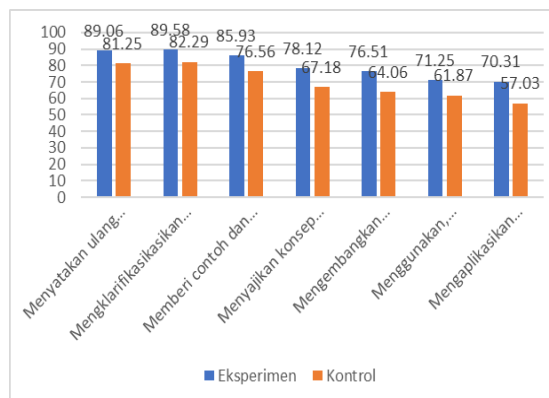
meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dibandingkan model *Discovery Learning*.

Instrumen tes pemahaman konsep yang digunakan dalam *pretest* dan *posttest* mencakup tujuh indikator kemampuan pemahaman konsep, terdiri atas 20 soal pilihan ganda. Indikator-indikator tersebut meliputi menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan objek, memberikan contoh dan non-contoh, menyajikan konsep dalam berbagai representasi, mengembangkan syarat perlu dan cukup, memilih prosedur atau operasi, serta mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Kemampuan Pemahaman Konsep

Indikator Pemahaman Konsep	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Menyatakan ulang sebuah konsep	84,37	89,06	76,56	81,25
Mengklasifikasikan objek-objek menurut sifat-sifat tertentu	58,33	89,58	50	82,29
Memberi contoh dan non-contoh dari konsep	60,93	85,93	62,5	76,56
Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi	54,68	78,12	45,31	67,18
Mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup suatu konsep	64,06	76,56	62,5	64,06
Menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu	53,12	71,25	46,87	61,87
Mengaplikasikan konsep atau pemecahan masalah	53,90	71,87	47,65	57,03

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 3, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan skor pada semua indikator. Namun, peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dibandingkan model *Discovery Learning*.



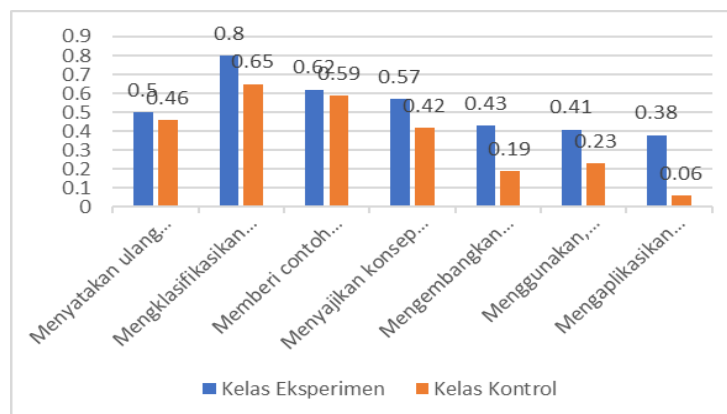
Gambar 3. Hasil *Posttest* Pemahaman Konsep tiap Indikator

Kemudian, dilakukan analisis menggunakan *N-Gain* untuk membantu mengukur seberapa besar peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi cahaya dan alat optik dengan menganalisis tiap indikator. Peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada masing-masing aspek dianalisis berdasarkan *Gain score* tiap indikator seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan *N-Gain* Setiap Indikator

Indikator Pemahaman Konsep	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Gain Score</i>	Kriteria	<i>Gain Score</i>	Kriteria
Menyatakan ulang sebuah konsep	0,5	Sedang	0,46	Sedang
Mengklasifikasikan objek-objek menurut sifat-sifat tertentu	0,8	Tinggi	0,65	Sedang
Memberi contoh dan non-contoh dari konsep	0,62	Sedang	0,59	Sedang
Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi	0,57	Sedang	0,42	Sedang
Mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup suatu konsep	0,43	Sedang	0,19	Rendah
Menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu	0,41	Sedang	0,23	Rendah
Mengaplikasikan konsep atau pemecahan masalah	0,38	Sedang	0,06	Rendah

Peningkatan kemampuan peserta didik juga dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk tiap indikator (Tabel 4). Kelas eksperimen memperoleh *gain score* tertinggi pada indikator mengklasifikasikan objek, yaitu 0,80 (kategori tinggi), sedangkan indikator lainnya berada pada kategori sedang. Di sisi lain, kelas kontrol memperoleh nilai *gain* yang lebih rendah, dengan tiga indikator berada pada kategori rendah. Hal ini menegaskan bahwa pembelajaran di kelas eksperimen lebih mampu meningkatkan pemahaman konsep secara menyeluruh.



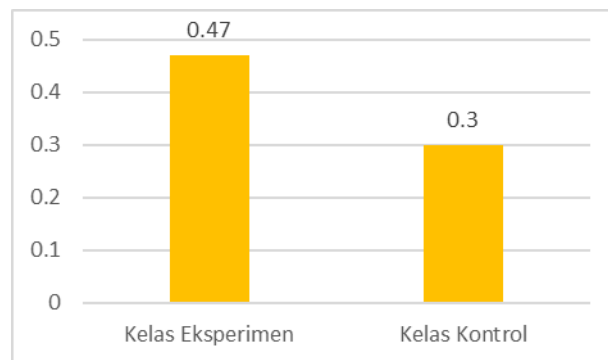
Gambar 4. Hasil *N-Gain* Tiap Indikator

Analisis lebih lanjut terhadap nilai *N-Gain* secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5. Kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,47 dan berada dalam kategori sedang, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai nilai 0,30 yang juga termasuk kategori sedang. Selisih *N-Gain* sebesar 0,17 menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Tabel 5. Hasil Analisis *N-Gain* Score

Kelas	N	Minimum	Maksimum	Mean	Kategori
Eksperimen	32	0,14	0,71	0,47	Sedang
Kontrol	32	0,10	0,57	0,30	Sedang

Dengan demikian, penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* terbukti memberikan pengaruh yang lebih signifikan dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik, meskipun tingkat peningkatannya masih berada dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan efektivitas model tersebut sebagai alternatif pembelajaran yang dapat memperkuat penguasaan konsep pada materi cahaya dan alat optik.



Gambar 5. *N-Gain* Kemampuan Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Sebelum dilakukan uji statistik parametrik, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data *pretest* dan *posttest* terdistribusi secara normal. Pengujian dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* melalui perangkat lunak SPSS versi 25, karena jumlah sampel di masing-masing kelompok kurang dari 50 peserta didik. Kriteria data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi $> 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut, seluruh data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, baik *pretest* maupun *posttest*, memiliki nilai signifikansi di atas 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh data berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan analisis statistik parametrik.

Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok. Uji ini bertujuan memastikan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berasal dari populasi yang memiliki karakteristik serupa. Pengujian dilakukan menggunakan *Levene Statistic* melalui SPSS versi 25 terhadap data *posttest*. Berdasarkan hasil yang telah dianalisis nilai signifikansi pada semua aspek (*mean, median, trimmed mean*) berada di atas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah homogen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok memiliki penyebaran data yang setara, dan data memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke uji independent sample t-test.

Untuk mengetahui perbedaan kemampuan pemahaman konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dilakukan *uji independent sample t-test* dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25. Uji ini bertujuan untuk menguji efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* dibandingkan dengan model *Discovery Learning*. Pengujian dilakukan terhadap data *posttest* dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05.

Tabel 6. Hasil Uji Independent Sample T-Test

Kelas	Sig.	Taraf	Keterangan
Eksperimen dan Kontrol	0,000	Sig (2-tailed)<0,05	Terdapat Perbedaan

Hasil uji ditampilkan dalam Tabel 6. Berdasarkan nilai signifikansi sebesar 0,000, yang lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep peserta didik.

Selanjutnya, untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan terhadap kemampuan pemahaman konsep peserta didik, dilakukan perhitungan *effect size* menggunakan rumus Cohen's d. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Effect Size

M_1	M_2	σ_1	σ_2	Effect Size	Kategori
78,59	68,12	8,05	7,90	1,311	Tinggi

Hasil uji dengan nilai *effect size* sebesar 1,311 yang termasuk dalam kategori tinggi ($d > 1,00$). Nilai ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* memiliki pengaruh yang besar terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik jika dibandingkan dengan penggunaan model *Discovery Learning*.

Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa model pembelajaran yang diterapkan pada kelas eksperimen tidak hanya memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik, tetapi juga berdampak besar secara praktis dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan sebanyak dua kali pertemuan untuk masing-masing kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol, dengan alokasi waktu 80 menit setiap pertemuan. Pada kelas eksperimen, kegiatan dimulai dengan pelaksanaan *pretest* di awal pertemuan pertama, dilanjutkan dengan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation*. Pertemuan kedua digunakan untuk melanjutkan pembelajaran dan diakhiri dengan pelaksanaan *posttest*. Selain menggunakan *PhET*, peserta didik pada kelas eksperimen juga melakukan praktik menggunakan KIT cermin, yang dilaksanakan secara bergantian karena keterbatasan alat.

Adapun pada kelas kontrol, *pretest* dilakukan pada awal pertemuan pertama, kemudian dilanjutkan dengan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning*. *Posttest* dilakukan pada akhir pertemuan kedua setelah pembelajaran selesai. Selama proses pembelajaran, dua orang observer terlibat untuk mengamati keterlaksanaan langkah-langkah pembelajaran, baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran sesuai dengan sintaks masing-masing model.

Hasil observasi yang ditampilkan menunjukkan bahwa tingkat keterlaksanaan pembelajaran pada kedua kelas mencapai 100%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh tahapan pembelajaran telah dilaksanakan secara optimal sesuai dengan rencana. Temuan ini sejalan dengan pendapat Setiyadi (2019) yang menyatakan bahwa keberhasilan penelitian ditentukan oleh keterlaksanaan pembelajaran $\geq 81\%$ serta motivasi belajar peserta didik $\geq 80\%$. Dengan demikian, pembelajaran dalam penelitian ini dinyatakan berhasil secara proses.

Perbedaan Signifikansi Kemampuan Pemahaman Konsep Model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive*

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan statistik parametrik dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25. Pemilihan teknik ini didasarkan pada terpenuhinya asumsi distribusi normal dan homogenitas varians, yang telah dikonfirmasi melalui uji prasyarat. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, data *pretest* dan *posttest* dari kedua kelompok menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$, yang berarti data terdistribusi normal dan bersifat homogen. Setelah prasyarat terpenuhi, dilakukan uji independent sample t-test terhadap data *posttest* untuk mengetahui perbedaan kemampuan pemahaman konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000 (Sig. 2-tailed $< 0,05$), yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Model *Problem Based Learning* (PBL) terbukti lebih efektif dibandingkan *Discovery Learning*, karena menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pemecahan masalah. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya menerima informasi, namun juga membangun pengetahuan secara mandiri melalui eksplorasi dan diskusi. Hasil ini diperkuat oleh temuan Gea & Harefa (2024), Pratiwi et al. (2020), dan Junaid et al. (2021) yang menyatakan bahwa penerapan PBL secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik. Selain itu, penggunaan media *PhET Interactive Simulation* turut memberikan kontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep, terutama karena media ini menyajikan representasi visual dan interaktif dari konsep-konsep abstrak. Media ini memungkinkan peserta didik untuk melakukan eksplorasi mandiri dan memahami materi melalui simulasi yang mudah digunakan, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran IPA. Hasil ini didukung oleh penelitian Ni'mah & Widodo (2022) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan *PhET* secara signifikan meningkatkan hasil belajar dan memperoleh respon positif dari peserta didik. Demikian pula, Friska et al. (2024) menyatakan bahwa kombinasi model PBL dan *PhET* meningkatkan skor pemahaman konsep peserta didik pada materi cahaya serta meningkatkan keaktifan dan minat belajar mereka.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada materi cahaya dan alat optik.

Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan *PhET Interactive Simulation* terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Interactive Simulation* berpengaruh signifikan terhadap kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada materi cahaya dan alat optik. Hal ini dibuktikan dari peningkatan rata-rata nilai *pretest* sebesar 59,21 menjadi 78,59 pada *posttest* di kelas eksperimen. Hasil uji *effect size* sebesar 1,311 tergolong dalam kategori tinggi, yang mengindikasikan pengaruh kuat dari penerapan model PBL berbantuan *PhET* terhadap pemahaman konsep.

Model *Problem Based Learning* mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan aktif melalui pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Proses ini memungkinkan peserta didik untuk membangun pemahamannya secara mandiri dan mendalam. Hal ini sejalan dengan temuan Ikstanti & Yulianti (2023) dan Sayekti (2020), yang menyatakan bahwa model PBL memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep. Selain itu, penggunaan *PhET Interactive Simulation* mendukung pembelajaran dengan menyediakan visualisasi konsep yang bersifat abstrak. Simulasi ini memungkinkan peserta didik untuk melakukan eksperimen virtual secara mandiri dalam lingkungan yang aman dan interaktif. Proses ini tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi belajar. Penelitian oleh Febrilia et al. (2024) dan Theasy et al. (2021) turut mendukung bahwa penggunaan *PhET* berdampak positif terhadap pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik.

Dengan demikian, pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik, baik melalui pendekatan pemecahan masalah maupun eksplorasi visual interaktif. Pendekatan ini juga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Peserta Didik

Kemampuan pemahaman konsep merupakan kemampuan peserta didik dalam mengemukakan kembali materi yang telah dipelajari menggunakan bahasa yang mudah dipahami serta mampu mengaplikasikannya dalam berbagai konteks (Syafa'atun & Nurlaela, 2022: 430). Pada penelitian ini, kemampuan pemahaman konsep peserta didik diukur melalui instrumen *pretest* dan *posttest* yang terdiri dari 20 soal, yang mencakup tujuh indikator pemahaman konsep menurut Bloom dalam Ulandari et al. (2023: 702), yaitu: (1) menyatakan ulang sebuah konsep, (2) mengklasifikasikan objek, (3) memberi contoh dan non-contoh, (4) menyajikan konsep dalam

bentuk representasi, (5) mengembangkan syarat cukup, (6) menggunakan prosedur tertentu, dan (7) mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh bahwa rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik di kelas eksperimen mengalami peningkatan dari 59,21 menjadi 78,59 atau meningkat sebesar 19,38 poin (32,7%). Sedangkan di kelas kontrol, rata-rata meningkat dari 53,43 menjadi 68,12 atau sebesar 14,69 poin (27,5%). Selisih peningkatan antara kedua kelas sebesar 4,69 poin menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Interactive Simulation* lebih unggul dibandingkan model *Discovery Learning* yang diterapkan di kelas kontrol.

Efektivitas peningkatan kemampuan pemahaman konsep juga dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (*N-Gain*). Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata *N-Gain* pada kelas eksperimen adalah 0,47 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol memperoleh *N-Gain* sebesar 0,31 (kategori sedang). Selisih *N-Gain* sebesar 0,17 mengindikasikan bahwa penerapan model PBL berbantuan *PhET* memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa model PBL mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara signifikan (Martiasari & Kelana, 2022; Natifa et al., 2024; Sa'adah et al., 2023). Media *PhET Interactive Simulation* berperan penting dalam membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak secara lebih konkret dan interaktif. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan meningkatkan motivasi serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Analisis berdasarkan masing-masing indikator pemahaman konsep menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih tinggi pada seluruh indikator dibandingkan dengan kelas kontrol. Selisih peningkatan *posttest* tertinggi terjadi pada indikator "mengaplikasikan konsep atau pemecahan masalah" sebesar 13,28 poin, sedangkan yang terendah terjadi pada indikator "mengklasifikasikan objek" sebesar 7,29 poin. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan sintaks PBL seperti membimbing penyelidikan, menyajikan hasil, dan mengevaluasi pemecahan masalah yang dikombinasikan dengan penggunaan simulasi interaktif dapat memperkuat kemampuan kognitif peserta didik baik pada tingkat dasar hingga tingkat tinggi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada materi cahaya dan alat optik. Penerapan model ini mampu memfasilitasi pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan bermakna sehingga berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar yang lebih optimal.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) Terdapat perbedaan signifikan kemampuan pemahaman konsep model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* pada materi cahaya dan alat optik dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *discovery learning* yang biasa dilakukan pada materi cahaya dan alat optik dengan nilai signifikansi 0,00 (2) Pengaruh penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* terhadap kemampuan pemahaman konsep pada materi cahaya dan alat optik peserta didik memberi pengaruh kuat dengan nilai *effect size* sebesar 1,31 (3) Penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Interactive Simulation* pada materi cahaya dan alat optik peserta didik mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dengan nilai *N-Gain Score* sebesar 0,47 atau 47% dalam kategori sedang

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada observer, para dosen pendidikan IPA, kepala sekolah, guru IPA, peserta didik kelas VIII C dan VIII D, serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bentuk dukungan yang diberikan hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bajpai, M dan Kumar, A. (2015). Effect of Virtual Laboratory on Students Conceptual Achievement in Physics. *International Journal of Current Research*. Vol 7, Issue 02, pp. 12808-12813, ISSN: 0975-833.
- Depdiknas. (2003). *Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Febrilia, S., Nurjannah, Haeruddin, & Wahyun. (2024). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PENGALAMAN UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA BERBANTUAN PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY INTERACTIVE SIMULATION PADA MATERI FLUIDA STATIS. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 12(April), 63–68.
- Fitriani, A., Prayogi, S., & Hidayat, S. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Predict, Observe, Explain, Write (Poew) Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Ditinjau Dari Jenis Kelamin Kelas Xi Ipa Sma Negeri 1 Empang. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 3(1), 227. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v3i1.335>.

- Friska, B., Halimatus, S., Safriana, W., & Ayunda, D. S. (2024). PENERAPAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN VIRTUAL LAB *PHET* PADA PEMBELAJARAN FISIKA GUNA MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA. *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 5(2), 187–192.
- Gea, D. P. S., & Harefa, A. O. (2024). Perbedaan *Problem Based Learning* Dengan *Discovery Learning*. *Jurnal Suluh Pendidikan*, 12(1), 9–16.
- Ikstanti, V. M., & Yulianti, Y. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, 2(1), 40–48. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v2i1.303>.
- Iryani, I., Tandililing, E., & Hamdani, H. (2018). Remediasi Miskonsepsi Siswa dengan Model Pembelajaran *Children Learning in Science (CLiS)* Berbantuan Simulasi *PhET*. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 7(4), 25–39. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/24725>.
- Junaid, M., Salahudin, S., & Anggraini, R. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Pemahaman Konsep Ipa Siswa Di Smpn 17 Tebo. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 1(April), 16. <https://doi.org/10.30631/psej.v1i1.709>.
- Kemdikbud. (2023). Peringkat Indonesia pada PISA 2022 Jakarta: Siaran Pers Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor: 697/sipers/A6/XII/2023.
- Martiasari, A., & Kelana, J. B. (2022). Peningkatan Pemahaman Konsep Matematika Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan Media Manipulatif Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Profesi Pendidikan*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.22460/jpp.v1i1.10356>.
- Narsa, I. K. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Indonesia Pada Materi Menulis Teks Cerita Fantasi Melalui Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning*. *Journal of Education Action Research*, 5(2), 165–170. <https://doi.org/10.23887/jear.v5i2.33269>.
- Natifa, R., Aulia, S., Muazaroh, S., & Laras, W. (2024). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Computer Simulation terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Catha: Journal of Creative and Innovative Research*, 1(3), 3046–8760.
- Ni'mah, M., & Widodo, W. (2022). Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 296–304.

- Pratiwi, D. A., Djumhana, N., & Hendriani, A. (2020). Penerapan Model PBL Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Siswa Kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(1), 11–18.
- Sa'adah, N., Batulieu, M. Y. P., & Arifah, N. (2023). Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI SMA Melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan Pendekatan Berdiferensiasi Berbantuan *PhET* Simulations. *Lontar Physics Today*, 2(2), 67–78. <https://doi.org/10.26877/lpt.v2i2.15777>.
- Sayekti, Y. (2020). Pengaruh *Problem Based Learning* Dengan Strategi “MURDER” Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *AlphaMath : Journal of Mathematics Education*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.30595/alphamath.v5i1.7348>.
- Setiyadi, M.W. (2019). Penerapan model *Problem Based Learning* untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar biologi peserta didik. *Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 22 –28.
- Syafa'atun, & Nurlaela. (2022). Analisis Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Mata Kuliah Kalkulus Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(19), 430–436. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7180813>.
- Theasy, Y., Bustan, A., & Nawir, M. (2021). Penggunaan Media Laboratorium Virtual *PhET* Simulation untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Sekolah. *Variabel*, 4(2), 39. <https://doi.org/10.26737/var.v4i2.2607>.
- Ulandari, L., Surya, Y. F., Rizal, M. S., & Fadhilaturrahmi. (2023). Peningkatan Pemahaman Konsep Pembelajaran IPA dengan Menggunakan Model Predict, Observer, Explain (POE) Berbantuan Video Animasi Siswa Sekolah Dasar. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, 10(03), 700–701. <http://jurnal.stitnualhikmah.ac.id/index.php/modeling/article/view/1811>.
- Umam, M Choirul. (2020). *PERAN PEMBIMBING SOSIAL DALAM MENINGKATKAN KEDISIPLINAN ANGGOTA RESIMEN SISWA DIDIK MAHADIPA SATUAN 954 "YUDHAGAMA" IAIN KUDUS*. Kudus: IAIN Kudus.
- Wijayaningrum, Satwika Rosyida. (2018). Analisis Manajemen Event Gumelem Ethnic Carnival Tahun 2016 dalam Melestarikan Kebudayaan di Gumelem, Banjarnegara. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. Tersedia pada: <https://dspace.u2.ac.id/bitstream/handle/123456789/6653/SKRIPSI.pdf?sequence=1>.