

# Efektivitas Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media *PhET Simulation* terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas IV Sekolah Dasar

Alvira Thalia Budi Yuniar\*, Candra Dewi\*, Eka Nofri Ari Yanto\*

Universitas PGRI Madiun, Indonesia

[alvira\\_2202101123@mhs.unipma.ac.id](mailto:alvira_2202101123@mhs.unipma.ac.id)\*

[candra@unipma.ac.id](mailto:candra@unipma.ac.id)\*

[eknofri@unipma.ac.id](mailto:eknofri@unipma.ac.id)\*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* terhadap prestasi belajar Matematika siswa kelas IV sekolah dasar. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *pre-eksperimen* melalui desain *one-group pre-test post-test*. Sampel penelitian berjumlah 21 siswa kelas IV SDN Jatirejo yang ditentukan menggunakan teknik sampling jenuh. Instrumen penelitian berupa tes prestasi belajar Matematika berbentuk pilihan ganda sebanyak 25 soal dengan 20 soal valid dan reliabel (*Cronbach's Alpha* = 0,714). Analisis data dilakukan melalui uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji *paired samples t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa meningkat dari 60 pada *pre-test* menjadi 86 pada *post-test*. Hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal, sedangkan hasil uji *paired samples t-test* memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 (<0,05). Temuan tersebut membuktikan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan prestasi belajar Matematika siswa kelas IV sekolah dasar.

**Kata Kunci:** *Problem Based Learning*, *PhET Simulation*, Prestasi Belajar, Matematika, Sekolah Dasar

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan aspek penting dalam pengembangan sumber daya manusia. Menurut Zulaiha et al., (2022), pendidikan adalah kebutuhan fundamental yang tidak boleh diabaikan karena melalui pendidikan manusia mampu mempersiapkan diri menghadapi masa depan dan beradaptasi dengan lingkungannya. Kurikulum Merdeka memberikan kesempatan kepada guru dalam menentukan bahan ajar dan strategi pembelajaran sesuai kebutuhan serta minat peserta didik sehingga kompetensi siswa dapat berkembang secara optimal.

Pembelajaran merupakan proses yang melibatkan interaksi antara peserta didik, pendidik, dan sumber belajar guna mendukung siswa dalam mendapatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Salah satu mata pelajaran pokok di sekolah dasar adalah Matematika, yang berperan penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir logis, sistematis, kritis, dan analitis siswa. Pada jenjang sekolah dasar, materi bangun

datar mencakup pemahaman konsep sifat-sifat bangun, keliling, dan luas yang tidak hanya menuntut kecakapan berhitung, tetapi juga visualisasi geometris yang konkret (Ikawati & Wardana, 2022).

Berdasarkan hasil observasi awal di kelas IV SDN Jatirejo, sekitar 45% dari 21 siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sebesar 70. Banyak siswa mengalami kesulitan memahami konsep keliling dan luas bangun datar, terutama saat menghadapi soal cerita. Hal ini terjadi karena konsep bangun datar masih terasa abstrak bagi siswa. Selain itu, proses pembelajaran masih didominasi metode konvensional berupa ceramah dan latihan soal dari buku teks tanpa dukungan media yang menghadirkan visualisasi interaktif. Dampaknya, siswa cenderung pasif dan hanya menghafal rumus tanpa benar-benar memahami konsep secara mendalam.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mendorong partisipasi aktif siswa. Salah satu model yang relevan adalah *Problem Based Learning* (PBL). Menurut Tiara et al., (2024), PBL merupakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah nyata yang bertujuan mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi siswa. Ramadhani et al., (2024) menyebutkan bahwa PBL mengutamakan partisipasi siswa dalam menyelesaikan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dalam penerapannya, PBL mengharuskan adanya perubahan peran guru dari penyampai informasi menjadi fasilitator yang membantu siswa menemukan solusi (Rézio et al., 2022). Melalui PBL, siswa tidak hanya menyerap informasi, melainkan aktif mengidentifikasi masalah, mencari solusi, serta menarik kesimpulan berdasarkan proses penyelidikan.

Penerapan model PBL yang efektif memerlukan dukungan media pembelajaran interaktif. Salah satunya adalah *PhET Simulation* yang dikembangkan oleh *University of Colorado*. Pratiwi et al., (2023) menyatakan bahwa *PhET* merupakan situs web yang menyediakan beragam simulasi untuk pembelajaran Matematika yang dapat diakses secara gratis. Sylviani et al., (2020) menambahkan bahwa *PhET Simulation* menyediakan simulasi komputer interaktif berbasis penelitian yang bersifat menarik dan menyenangkan sehingga mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran Matematika. Mahardika et al., (2022) menekankan bahwa penggunaan *PhET* membuat pembelajaran lebih kontekstual karena siswa dapat mengamati fenomena secara langsung serta memahami konsep dengan lebih mudah.

Prestasi belajar merupakan hasil yang dicapai siswa setelah melalui proses belajar yang tercermin dalam kemampuan memahami materi, menerapkan pengetahuan, dan menganalisis informasi (Nailatsani et al., 2021). Fransico, (2023) menyatakan bahwa prestasi belajar terdiri atas tiga kategori, yaitu total prestasi belajar, prestasi mengingat fakta dan konsep, serta prestasi memahami fakta dan konsep. Dalam penelitian ini, prestasi belajar dibatasi pada ranah kognitif yang diukur menggunakan tes pilihan ganda.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PBL berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh positif terhadap prestasi belajar Matematika. Muhdantiar & Kasrman, (2025) menemukan peningkatan rata-rata nilai siswa kelas III SDN Bubulak 03 dari 48,00 menjadi 80,50 dengan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$ . Ningsih et al., (2023) membuktikan bahwa media *PhET* berbasis game dalam model PBL mampu meningkatkan hasil belajar Matematika kelas IV secara signifikan. Widiarta et al., (2023) juga membuktikan bahwa *PhET Simulation* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Namun, penelitian yang secara khusus menguji efektivitas PBL berbantuan *PhET Simulation* terhadap prestasi belajar Matematika siswa kelas IV pada materi bangun datar masih terbatas. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengisi celah tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji secara empiris efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* terhadap prestasi belajar Matematika siswa kelas IV Sekolah dasar.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimen (*pre-experimental design*). Desain penelitian yang dipilih adalah *One-Group Pre-test Post-test Design*. Dalam desain ini, tidak terdapat kelompok kontrol sebagai pembandingan, melainkan hanya menggunakan satu kelompok subjek yang diberikan penilaian awal (*pre-test*) sebelum perlakuan, dan penilaian akhir (*post-test*) setelah diberikan perlakuan (*treatment*). Perlakuan yang diberikan berupa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* pada materi bangun datar.

Penelitian ini dilaksanakan di kelas IV SDN Jatirejo, Kecamatan Wonoasri, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur, pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, tepatnya pada tanggal 13 Mei 2026. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada kesesuaian antara kondisi sekolah dengan permasalahan yang diteliti serta relevansinya dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai.

Populasi dalam penelitian ini melibatkan seluruh siswa kelas IV SDN Jatirejo yang berjumlah 21 siswa, terdiri atas 12 siswa laki-laki dan 9 siswa perempuan. Pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik sampling jenuh, di mana seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian dikarenakan ukuran populasi yang relatif kecil (kurang dari 30 individu).

Pengumpulan data prestasi belajar kognitif Matematika dilakukan menggunakan instrumen tes tertulis berbentuk pilihan ganda sebanyak 25 butir soal. Sebelum digunakan pada sampel penelitian, instrumen terlebih dahulu diuji coba di SDN Sirapan 01 dengan melibatkan 20 siswa kelas IV yang memiliki karakteristik serupa. Berdasarkan analisis hasil uji coba instrumen menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dan uji reliabilitas dengan program SPSS versi 25, diperoleh 20 butir soal yang dinyatakan valid karena memiliki nilai rhitung  $>$  rtabel (0,444) pada taraf signifikansi 0,05. Pengujian reliabilitas menghasilkan nilai koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar 0,714 ( $\geq$  0,70), sehingga instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan.

Uji tingkat kesukaran menunjukkan bahwa dari 25 butir soal, 1 butir tergolong mudah, 23 butir tergolong sedang, dan 1 butir tergolong sukar. Adapun uji daya beda menggunakan nilai Corrected Item Total Correlation menunjukkan 20 butir soal berkategori baik dan 5 butir soal berkategori sangat jelek. Berdasarkan keseluruhan hasil uji coba tersebut, 20 butir soal yang valid, reliabel, dan berdaya beda baik digunakan sebagai instrumen penelitian untuk pengambilan data pre-test dan post-test.

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi uji prasyarat analisis dan uji hipotesis. Mengingat jumlah sampel kurang dari 50 siswa, uji normalitas dilakukan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* dengan kriteria keputusan bahwa data berdistribusi normal jika nilai signifikansi (Sig.)  $>$  0,05. Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan melalui uji perbandingan dua sampel berpasangan (*Paired Samples T-Test*) menggunakan program SPSS versi 25 untuk mendeteksi efektivitas perlakuan dengan taraf signifikansi sebesar 0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 Mei 2026 terhadap 21 siswa kelas IV SDN Jatirejo sebagai kelas eksperimen. Data prestasi belajar Matematika diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test* menggunakan 20 butir soal pilihan ganda pada materi bangun datar. Distribusi frekuensi hasil *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

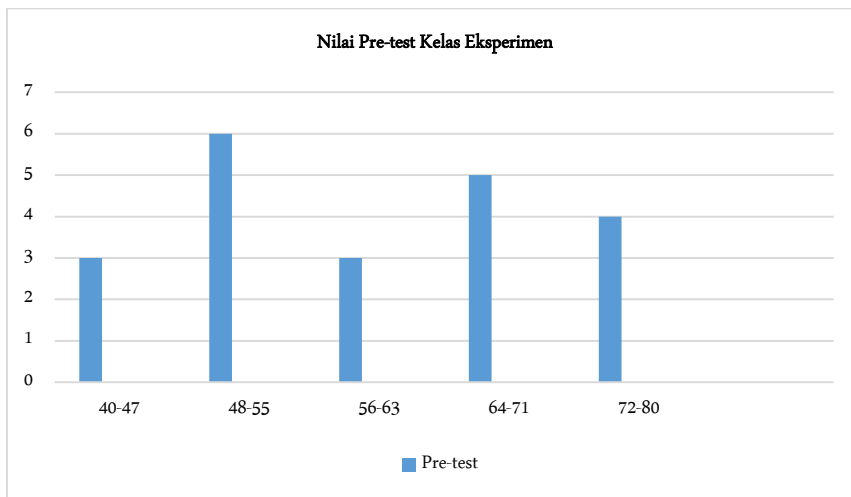
**Tabel 1.** Distribusi Frekuensi Hasil *Pre-test* Kelas Eksperimen

Nilai	Frekuensi
40–47	3
48–55	6
56–63	3
64–71	5
72–80	4
<b>Jumlah</b>	<b>21</b>

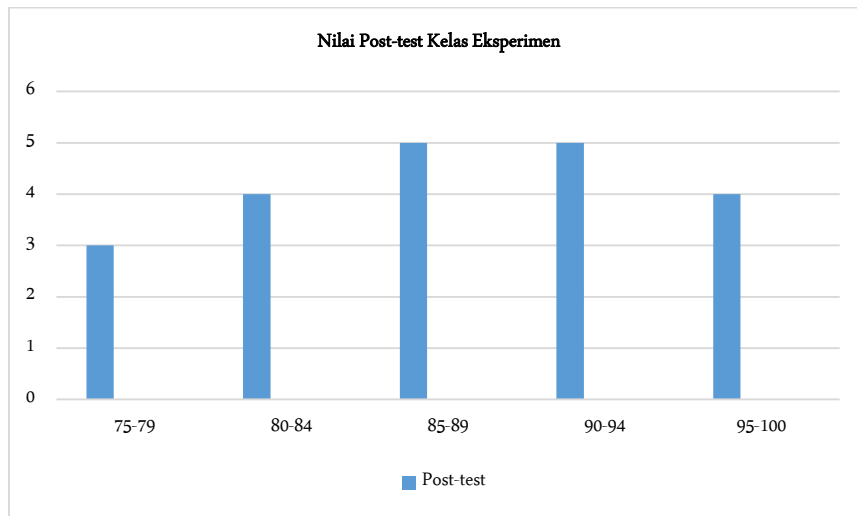
**Tabel 2.** Distribusi Frekuensi Hasil *Post-test* Kelas Eksperimen

Nilai	Frekuensi
75–79	3
80–84	4
85–89	5
90–94	5
95–100	4
<b>Jumlah</b>	<b>21</b>

Sebaran nilai tersebut divisualisasikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut:



**Gambar 1.** Diagram Hasil Nilai *Pre-test* Kelas Eksperimen

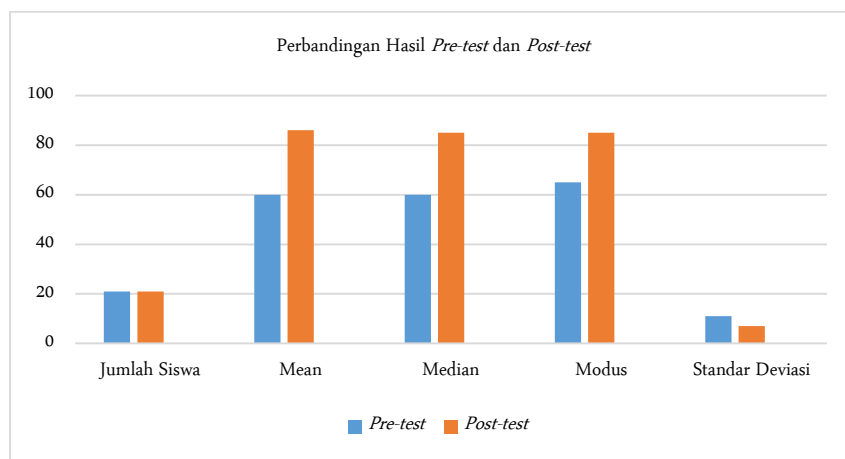


Gambar 2. Diagram Hasil Nilai *Post-test* Kelas Eksperimen

Hasil *pre-test* menunjukkan nilai minimum 40, nilai maksimum 80, mean 60, median 60, modus 65, dan standar deviasi 11,180. Sementara itu, hasil *post-test* menunjukkan peningkatan dengan nilai minimum 75, nilai maksimum 100, mean 86, median 85, modus 85, dan standar deviasi 7,567. Perbandingan kedua data tersebut disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Data Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Data	Jumlah Siswa	Mean	Median	Modus	Std. Deviasi
<i>Pre-test</i>	21	60	60	65	11,180
<i>Post-test</i>	21	86	85	85	7,567



Gambar 3. Diagram Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Nilai rata-rata *post-test* lebih tinggi dibandingkan *pre-test*, yaitu meningkat sebesar 26 poin. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan prestasi belajar siswa setelah penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation*, yang selanjutnya dibuktikan melalui uji statistik pada uji prasyarat dan uji hipotesis berikut.

### Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen terhadap 25 butir soal dilakukan pada 20 siswa kelas IV SDN Sirapan 01. Hasil uji validitas menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dengan rtabel 0,444 menunjukkan 20 butir soal valid dan 5 butir soal tidak valid, sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Hasil uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha* memperoleh nilai 0,714 ( $\geq 0,70$ ), sehingga instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan untuk pengambilan data penelitian.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Instrumen

Keterangan	Jumlah	No. Butir Soal
Valid	20	1,3,4,5,6,7,8,10,11,13,14,15,16,17,19,20,21,22,23,24
Tidak Valid	5	2,9,12,18,25

### Hasil Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* karena jumlah responden kurang dari 50 siswa. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi  $> 0,05$ . Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

Data	Statistic	df	Sig.
<i>Pre-test</i>	0,965	21	0,624
<i>Post-test</i>	0,938	21	0,203

Nilai signifikansi *pre-test* (0,624) dan *post-test* (0,203) lebih besar dari 0,05, sehingga kedua data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilanjutkan dengan uji parametrik.

### Hasil Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *paired samples t-test* untuk mengetahui efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation*. Hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis (Paired Samples T-Test)

Mean Selisih	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
-26,190	6,501	1,419	-18,462	20	0,000

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pre-test* dan *post-test*, yang membuktikan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* efektif terhadap prestasi belajar Matematika siswa kelas IV sekolah dasar.

### Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan prestasi belajar Matematika siswa kelas IV sekolah dasar. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai rata-rata sebesar 26 poin, dari 60 pada *pre-test* menjadi 86 pada *post-test*. Selain itu, hasil uji *paired samples t-test* menunjukkan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang interaktif dan berbasis masalah

kontekstual mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa sehingga prestasi belajar yang diperoleh menjadi lebih baik dan bermakna.

Peningkatan prestasi belajar tersebut tidak terlepas dari mekanisme pembelajaran yang diterapkan. Pembelajaran diawali dengan penyampaian tujuan dan apersepsi, kemudian siswa mengamati materi bangun datar melalui PPT dan melakukan eksplorasi konsep menggunakan media *PhET Simulation*. Selanjutnya, siswa diorganisasikan ke dalam empat kelompok untuk berdiskusi menyelesaikan permasalahan pada LKPD, dan diakhiri presentasi di depan kelas. Sulistiawati et al., (2022) menjelaskan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran Matematika di sekolah dasar dilaksanakan melalui tahapan mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan, di mana pada setiap tahap siswa didorong aktif berinteraksi dengan media secara terarah sehingga pemahaman konsep terbangun secara bermakna.

Melalui tahapan PBL, siswa tidak sekadar menghafal rumus, melainkan aktif mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, mengolah data, dan menyimpulkan solusi secara kolaboratif. Fany & Willyansah, (2025) menegaskan bahwa PBL merupakan strategi pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan hasil belajar kognitif melalui keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah kontekstual. Pernyataan ini didukung oleh Samadun & Dwikoranto, (2022) yang menyimpulkan bahwa PBL menuntut keterlibatan aktif siswa sehingga efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Paratiwi & Ramadhan (2023) juga menambahkan bahwa PBL memanfaatkan masalah autentik sebagai latar pembelajaran untuk mendorong kemampuan pemecahan masalah.

Dari sisi media, *PhET Simulation* berperan krusial dalam mengonkretkan konsep bangun datar yang abstrak bagi siswa kelas IV. Sylviani et al., (2020) menyatakan bahwa *PhET Simulation* menyediakan simulasi interaktif yang menarik dan menyenangkan sehingga mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran Matematika. Mashami et al., (2023) membuktikan bahwa *PhET* berfungsi sebagai laboratorium virtual yang memvisualisasikan konsep abstrak menjadi nyata, sehingga secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Diab et al., (2024) mengonfirmasi bahwa visualisasi interaktif *PhET* mampu menjembatani kesenjangan antara pemahaman teoritis dan penerapan praktis.

Kombinasi PBL dan *PhET Simulation* menciptakan sinergi yang kuat: PBL menyediakan kerangka berpikir kritis dan kolaboratif, sedangkan *PhET Simulation* menyediakan lingkungan eksplorasi konkret yang memperkuat pemahaman konsep. Temuan ini sejalan dengan pandangan Nailatsani et al., (2021) bahwa prestasi belajar merupakan hasil dari kemampuan individu dalam mengamati, memahami, dan mengaplikasikan pengetahuan. Melalui kombinasi model dan media ini, seluruh aspek tersebut terstimulasi secara terpadu, sehingga perubahan nyata terjadi pada aspek pengetahuan, pemahaman, penerapan, dan analisis sebagaimana dikemukakan (Putri & Marsofiyati, 2024).

Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Muhdantiar & Kasrman, (2025) menemukan peningkatan nilai rata-rata dari 48,00 menjadi 80,50 dengan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$ . Ningsih et al., (2023) juga membuktikan efektivitas serupa di MI Muhammadiyah 2 Kudus. Kesamaan pola hasil pada berbagai konteks sekolah menunjukkan bahwa kombinasi PBL dan *PhET Simulation* secara konsisten efektif meningkatkan prestasi belajar di jenjang sekolah dasar.

Dalam pelaksanaan penelitian, potensi kendala seperti ketergantungan pada perangkat elektronik dan jaringan internet berhasil diminimalkan karena pembelajaran dilaksanakan secara tatap muka dengan fasilitas memadai. Guru berperan aktif sebagai fasilitator yang membimbing setiap kelompok. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rézio et al., (2022) bahwa bimbingan intensif guru sebagai fasilitator aktif merupakan faktor penentu keberhasilan pembelajaran berbasis masalah.

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan. Jumlah sampel terbatas pada satu kelas di satu sekolah sehingga hasil belum dapat digeneralisasikan luas. Desain tanpa kelas kontrol membatasi perbandingan langsung dengan model lain. Pengukuran juga hanya mencakup ranah kognitif, sedangkan Nurfatimah et al., (2023) menyatakan bahwa prestasi belajar juga melibatkan ranah afektif dan psikomotor. Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan desain lebih komprehensif dengan kelas kontrol, sampel lebih besar, dan pengukuran seluruh ranah belajar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan media *PhET Simulation* terbukti efektif terhadap prestasi belajar Matematika siswa kelas IV sekolah dasar. Hal ini dibuktikan melalui peningkatan nilai rata-rata dari 60 pada *pre-test* menjadi 86 pada *post-test*, serta nilai signifikansi uji *paired samples t-test* (2-tailed) sebesar  $0,000 < 0,05$  yang mengonfirmasi  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Kombinasi PBL yang mendorong keterlibatan aktif dan berpikir kritis dengan *PhET Simulation* yang menghadirkan visualisasi interaktif terbukti mampu mengubah pengalaman belajar Matematika yang semula abstrak menjadi konkret, bermakna, dan menyenangkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas PGRI Madiun, khususnya Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, atas fasilitas dan kesempatan yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, serta masukan berharga yang diberikan dalam penyusunan artikel ini. Terima kasih disampaikan kepada pihak SDN Jatirejo, Kecamatan Wonoasri, Kabupaten Madiun, yang telah memberikan izin dan dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian, serta kepada SDN Sirapan 01 yang telah bersedia menjadi lokasi uji coba instrumen penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada Kepala Sekolah, dewan guru, dan siswa kelas IV SDN Jatirejo yang telah berperan aktif sebagai subjek penelitian. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada keluarga serta rekan-rekan yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi sepanjang proses penelitian hingga penulisan artikel ini selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming Science Education in Elementary Schools: The Power of PhET Simulations in Enhancing Student Learning. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/mti8110105>
- Fany, M. S., & Willyansah, W. (2025). Problem-Based Learning (PBL) sebagai Strategi Pembelajaran Inovatif dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Pembelajaran Biologi Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Dirgantara*, 2(1), 29–37.
- Fransico, A. (2023). Prestasi Belajar Mahasiswa PGSD STKIP Melawati Entikong Ditinjau dari Aspek Kognitif Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pembelajaran Prospektif*, 8, 1–7.
- Ikawati, I., & Wardana, M. D. K. (2022). Konsep Bangun Datar Sekolah Dasar pada Struktur Candi Pari Sidoarjo. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8188–8198. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3776>
- Mahardika, I. K., Camelia, E., Fatikhah, I. A., Naufal, F. A., Pratiwi, R. Y., Fadilah, R. E., & Yusmar, F. (2022). Efektivitas PhET Simulation sebagai Media Pembelajaran Fisika Dasar I Mahasiswa S1 Pendidikan IPA. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(23), 463–468.
- Mashami, R. A., Ahmadi, A., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2023). Use of PhET Simulations as a Virtual

- Laboratory to Improve Students' Problem-Solving Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11455–11465. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6549>
- Muhdantiar, W., & Kasrman, K. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Media PhET dalam Pembelajaran Matematika terhadap Hasil Belajar Siswa. *Media Pendidikan Matematika*, 13(1), 183–195. <https://doi.org/10.33394/mpm.v13i1.16028>
- Nailatsani, F., Setiawan, F., Aryulina, D. A., Husaini, A. A., & Harjanti, G. Y. N. (2021). Pengaruh Manajemen Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama terhadap Prestasi Belajar. *ARZUSIN: Jurnal Manajemen dan Pendidikan Dasar*, 1(1), 18–31. <https://doi.org/10.58578/arzusin.v1i1.104>
- Ningsih, V. M. V., Anggraini, D. M., Safitri, R., & Ma'sum, C. A. (2023). Efektivitas Games Matematika Edukatif Aplikasi PhET Berbasis Model Problem Based Learning di Kelas IV MI Muhammadiyah 2 Kudus. *Tarunateach: Journal of Elementary School*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.54298/tarunateach.v2i1.16>
- Nurfatihmah, R., Wolor, C. W., & Marsofiyati, M. (2023). Komponen Pendorong Performa Belajar Mahasiswa. *Bersatu: Jurnal Pendidikan Bhinneka Tunggal Ika*, 1(6), 195–206.
- Paratiwi, T., & Ramadhan, Z. H. (2023). Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran IPAS Kelas V Sekolah Dasar. *Journal of Education Action Research*, 7(4), 603–610. <https://doi.org/10.23887/jear.v7i4.69971>
- Pratiwi, F., Tiur, H., Silitonga, M., & Karolina, V. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran PhET Simulation terhadap Hasil Belajar Kelas X pada Materi Geometri Molekul. *Journal on Education*, 6(1), 9593–9602.
- Putri, R., & Marsofiyati, M. (2024). Pengaruh Gaya Belajar terhadap Prestasi Peserta Didik. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(3), 146–161. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v1i3.322>
- Ramadhani, S. P., Pratiwi, F. M., Fajriah, Z. H., & Susilo, B. E. (2024). Studi Literatur: Efektivitas Model Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis terhadap Pembelajaran Matematika. *PRISMA*, 7, 724–730.
- Rézio, S., Andrade, M. P., & Teodoro, M. F. (2022). Problem-Based Learning and Applied Mathematics. *Mathematics*, 10(16), 1–13. <https://doi.org/10.3390/math10162862>
- Samadun, S., & Dwikoranto, D. (2022). Improvement of Students' Critical Thinking Abilities in Physics Materials Through the Application of Problem-Based Learning. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(5), 534–545. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i5.247>
- Sulistiawati, A., LY, T. D. P., Nursangadah, A., & Siskowati, E. (2022). Penerapan Simulasi PhET pada Pembelajaran Matematika di Kelas III SDN Trayu. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 949-960.
- Sylviani, S., Permana, F. C., & Utomo, R. G. (2020). PhET Simulation sebagai Alat Bantu Siswa Sekolah Dasar dalam Proses Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika. *Edsence: Jurnal Pendidikan Multimedia*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/edsence.v2i1.25184>
- Tiara, V., Ninawati, N., Liska, F., Alya, R., & Barella, Y. (2024). Menggali Potensi Problem Based Learning: Definisi, Sintaks, dan Contoh Nyata. *SOSIAL: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPS*, 2(2), 121–128. <https://doi.org/10.62383/sosial.v2i2.15>
- Widiarta, I. G. K. A. A. P., Antara, I. G. W. S., & Dewantara, K. A. K. (2023). Problem Based Learning Model Assisted by PhET Interactive Simulation Improves Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.23887/tscj.v6i1.61945>
- Zulaiha, E., Anshor, A. S., & Humairah, E. (2022). Pengaruh Media Visual Tiga Dimensi terhadap Hasil

Belajar Matematika pada Materi Volume Kubus dan Balok Kelas V SD. *Journal of Basic Educational Studies*, 2(1), 85–97.