



The Influence of the Problem Based Learning (PBL) Model Assisted by PhET Simulation on Students' Learning Outcomes in Parabolic Motion Material

Dian Molamahu*, Trisnawaty Junus Buhungo, Citron S. Payu & Asri Arbie

Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo,
Indonesia

*Corresponding author: dianmolamahu26@gmail.com

Abstract: This study is motivated by the low learning outcomes of students on the topic of parabolic motion, which requires conceptual understanding and problem-solving skills. Conventional teaching models are often ineffective in helping students understand complex physics concepts. Therefore, this study examines the effect of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by PhET Simulation on students' learning outcomes in parabolic motion. This research uses a quasi-experimental method with a One Group Pretest-Posttest design. The sampling technique is total sampling, with a sample consisting of 93 students from class XI Physics Specialization at SMA Negeri 1 Suwawa, academic year 2024/2025, with class XI A as the experimental class, XI C as replication 1, and XI B as replication 2. Data were collected through pretests and posttests using 10 essay questions that have been validated by experts and tested for validity and reliability. The results show that the average posttest score of the experimental class is 84.3, while the posttest scores for replication 1 and 2 are 82.9 each. T-test analysis confirms that students' learning outcomes in the experimental class using the PBL model assisted by PhET Simulation are significantly higher than KKM of 70. The effect of this model is also evident from the course average normalized gain, which falls into the high category, namely 0.78 for the experimental class, 0.73 for replication 1, and 0.75 for replication 2. Furthermore, analysis of single student normalized gain and n-gain per cognitive aspect shows improvement in learning outcomes in the moderate to high category across all classes.

Keywords: PhET simulation, problem based learning, student's learning outcomes

Pengaruh Model Pembelajaran **Problem Based Learning (PBL)** Berbantuan **PhET Simulation** Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gerak Parabola

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar siswa pada materi gerak parabola yang memerlukan pemahaman konseptual dan pemecahan masalah. Model pembelajaran konvensional sering kurang efektif dalam membantu siswa memahami konsep fisika yang kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji pengaruh model PBL berbantuan PhET Simulation terhadap hasil belajar siswa pada materi Gerak Parabola. Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* dengan desain *One Group Pretest-Posttest*. Teknik pengambilan sampel adalah total sampling dengan sampel terdiri dari 93 siswa kelas XI Peminatan Fisika di SMA Negeri 1 Suwawa tahun ajaran 2024/2025, dimana kelas XI A sebagai kelas eksperimen, XI C sebagai replikasi 1, dan XI B sebagai replikasi 2. Data dikumpulkan melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan 10 soal esai yang telah divalidasi ahli serta diuji kevalidan dan reliabilitasnya. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata *posttest* kelas eksperimen sebesar 84,3, sedangkan kelas replikasi 1 dan 2 masing-masing 82,9. Analisis uji-t mengonfirmasi bahwa hasil belajar siswa dengan model PBL berbantuan PhET Simulation secara signifikan lebih tinggi dibandingkan KKM (70). Pengaruh model ini juga terlihat dari nilai *course average normalized gain* yang berada dalam kategori tinggi, yaitu 0,78 (kelas eksperimen), 0,73 (replikasi 1), dan 0,75 (replikasi 2). Selain itu, analisis *single student normalized gain* dan *n-gain* per aspek kognitif menunjukkan peningkatan hasil belajar dalam kategori sedang hingga tinggi di semua kelas.

Kata kunci: hasil belajar siswa, PhET simulation, problem based learning

PENDAHULUAN

Di era modern ini, dengan pesatnya teknologi dan globalisasi, menuntut kita memiliki sumber daya manusia yang hebat. Pendidikan adalah kunci untuk mencetak individu berkualitas yang mampu menghadapi tantangan masa depan. Menurut Yusuf & Bektiarso (2020), pendidikan adalah usaha sadar dalam proses pembelajaran yang mencakup aspek spiritual, akhlak mulia, pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan, dengan tujuan memaksimalkan potensi siswa. Dalam konteks ini, peningkatan kualitas pendidikan sains, khususnya Fisika, menjadi sangat penting. Kurikulum Merdeka menuntut pengembangan kompetensi siswa dalam berpikir kritis, kreatif, dan mampu memecahkan masalah, serta pencapaian Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Namun, kompleksitas dan sifat abstrak dari topik-topik Fisika sering kali membuat siswa kesulitan mencapai target pembelajaran yang telah ditetapkan (Fitri et al., 2021)

Hasil observasi dan wawancara dengan salah satu guru mata pelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Suwawa menunjukkan bahwa meskipun guru telah menerapkan model pembelajaran *discovery learning*, masih terdapat kesulitan dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Salah satu kendala utama adalah kurangnya keaktifan siswa dalam memecahkan masalah dan menemukan konsep, serta terbatasnya fasilitas laboratorium yang menghalangi kesempatan siswa untuk melakukan eksperimen. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian dengan esensi pembelajaran Fisika, yang seharusnya melibatkan interaksi langsung dengan objek dan lingkungan belajar.

Untuk mengatasi rendahnya minat dan prestasi siswa dalam pelajaran Fisika, para pendidik perlu mengadopsi strategi pengajaran yang menarik dan efektif. Salah satu pendekatan yang paling efektif dan layak diterapkan adalah model *Problem Based Learning* (PBL). Model pembelajaran PBL merupakan suatu model yang dalam proses pembelajarannya berfokus dan menekankan pada langkah-langkah yang diperlukan untuk memecahkan masalah (Yulianti & Gunawan, 2019; Suliyati et al., 2018). Selain pemilihan model pembelajaran, pemanfaatan teknologi seperti *PhET simulation* dapat menjadi alat bantu yang sangat efektif dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa (Romlah & Andi, 2021). Seperti yang dijelaskan oleh Adams et al. (2022), *PhET simulation* merupakan sumber daya pendidikan berbasis teknologi yang mampu memvisualisasikan fenomena Fisika yang bersifat abstrak atau sulit diamati secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran PBL berbantuan *PhET simulation* terhadap hasil belajar siswa pada materi gerak parabola. Penelitian ini penting untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep Fisika yang abstrak, dengan memanfaatkan teknologi untuk membuat pembelajaran lebih interaktif dan menarik.

LANDASAN TEORI

Hasil Belajar

Hasil belajar mengacu pada ukuran seberapa jauh siswa telah menguasai kompetensi yang diharapkan. Hal ini melibatkan tiga aspek, salah satunya adalah aspek kognitif. Aspek kognitif berhubungan dengan capaian intelektual hasil belajar. Hasil belajar kognitif dapat dijelaskan sebagai perubahan dalam tindakan kognitif atau pemahaman (Attamimi et al., 2023). Bloom mengklasifikasikan ranah kognitif menjadi enam tingkatan, dimulai dari tingkat kemampuan terendah hingga tingkat kemampuan tertinggi, sebagai berikut: 1) Pengetahuan, adalah kemampuan untuk mengingat dan menyimpan informasi yang telah dipelajari, lalu mengambilnya kembali saat dibutuhkan. 2) Pemahaman, adalah kemampuan untuk menangkap makna di balik suatu informasi dan melihat hubungannya dengan informasi lain. 3) Penerapan adalah keterampilan yang memungkinkan seseorang

untuk menghubungkan teori dengan praktik. 4) Analisis adalah proses memecah suatu masalah atau konsep menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memudahkan pemahaman. Kemampuan analisis mencakup mengidentifikasi bagian-bagian, menganalisis hubungan di antara elemen-elemen tersebut, serta mengenali atau menjelaskan susunan antara bagian-bagian tersebut. 5) Penilaian atau evaluasi adalah kemampuan individu dalam melakukan penilaian terhadap situasi, nilai, atau gagasan dengan cara yang rasional 6) Sintesis, merupakan kecakapan berpikir yang berlawanan dengan proses analisis. Sintesis melibatkan penggabungan komponen-komponen atau unsur-unsur secara rasional, membentuk pola yang terstruktur atau menciptakan pola baru. (Ruwaida, 2019).

Model *Problem Based Learning* (PBL)

PBL adalah suatu model pembelajaran yang menempatkan masalah sebagai pusat utama pengembangan keterampilan pemecahan masalah (Yunus et al., 2024). Seperti yang diteliti oleh Yulianti & Gunawan (2019) dan Buhungo et al. (2023), PBL tidak hanya memberikan pengetahuan baru, tetapi juga melatih siswa untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, dan bekerja sama. Penelitian Putri & Zainil, (2021) juga menunjukkan bahwa PBL membuat siswa lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran dalam PBL, seperti yang dijelaskan oleh Hutapea & Apriyani (2022), melibatkan beberapa tahapan yang dimulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi solusi. PBL menuntut guru untuk bergeser dari peran tradisional sebagai pusat pembelajaran menjadi pendamping yang aktif melibatkan siswa (Widyaningsih et al., 2024). PBL umumnya melalui lima fase. Diawali dengan orientasi pada masalah, di mana guru menjelaskan masalah dan tujuan pembelajaran, sementara siswa berusaha memahami permasalahan yang akan dipecahkan. Fase kedua, organisasi untuk belajar, melibatkan guru dalam membantu siswa mendefinisikan tugas belajar mereka, sementara siswa membentuk kelompok dan memahami tugas masing-masing. Pada fase ketiga, guru membimbing siswa dalam mencari informasi dan melakukan eksperimen, sedangkan siswa secara aktif melakukan investigasi untuk menemukan solusi. Fase keempat adalah tahap di mana siswa menyusun laporan dan presentasi hasil kerja mereka, dengan bantuan guru. Terakhir, pada fase analisis dan evaluasi, baik guru maupun siswa sama-sama merefleksikan proses pembelajaran yang telah dilalui.

PhET Simulation

PhET Simulation, sebagaimana dijelaskan oleh Hidayat et al. (2019), merupakan media pembelajaran interaktif yang dirancang untuk memvisualisasikan konsep-konsep Fisika secara menarik dan intuitif. Dibandingkan dengan metode konvensional, simulasi dari University of Colorado ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk secara langsung terlibat dalam proses penemuan ilmiah. Simulasi ini memfasilitasi siswa untuk melakukan percobaan virtual, mengubah variabel, dan melihat dampaknya secara nyata. *PhET* juga dapat menjadi solusi keterbatasan sarana dan prasarana pendukung pembelajaran, atau sebagai media simulasi yang digunakan sebelum melakukan percobaan nyata di laboratorium (Yusuf et. al., 2024). Finkelstein menyoroti beberapa keunggulan *PhET Simulation*, seperti kemampuannya untuk menyajikan konsep-konsep Fisika yang rumit dengan cara yang sederhana dan menarik. Dengan fleksibilitasnya, simulasi ini memberikan kebebasan kepada siswa untuk belajar dengan ritme mereka sendiri, tanpa selalu bergantung pada guru. Kendati demikian, penggunaan *PhET simulation* memiliki beberapa kendala, misalnya siswa perlu memiliki inisiatif belajar yang tinggi dan keterbatasan jenis file yang dapat digunakan (Rizaldi et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Suwawa selama September-Oktober 2024 dengan melibatkan seluruh siswa kelas XI Fisika sebagai populasi. Teknik total sampling digunakan sebagai metode pengambilan sampel, dengan penentuan kelas eksperimen (XI A) dan kelas replikasi (XI C dan XI B) dipilih secara acak dengan cara diundi. Penelitian ini merupakan *quasi experiment* dengan desain *One Group Pretest -Posttest* untuk menilai bagaimana model pembelajaran PBL berbantuan *PhET simulation* mempengaruhi hasil belajar siswa. Instrumen yang akan digunakan adalah tes berbentuk *essay* dengan jumlah 10 soal pada ranah kognitif yang mencakup C2 (pemahaman), C3 (penerapan), C4 (analisis), dan C5 (evaluasi), yang sebelumnya telah disetujui oleh tiga orang dosen ahli. Selain itu, instrumen tes ini telah diuji kevalidannya menggunakan rumus korelasi Product Moment (Sugiyono, 2018) serta diuji reliabilitasnya menggunakan rumus *Alpha Cronbach* menurut Arikunto (2021), sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sum \sigma_t^2} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas

N = banyaknya item

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians skor tiap item

σ_t^2 = varian total

Setelah koefisien reliabilitas tes diperoleh, selanjutnya akan dilihat kelayakan menggunakan kriteria yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Reliabilitas berdasarkan Nilai *Alpha Cronbach*

<i>Alpha Cronbach</i>	Tingkat Reliabilitas
$0,00 \leq r < 0,20$	Kurang reliabel
$0,20 \leq r < 0,40$	Agak reliabel
$0,40 \leq r < 0,60$	Cukup reliabel
$0,60 \leq r < 0,80$	Reliabel (baik)
$0,80 \leq r < 1,00$	Sangat reliabel

(Sugiyono, 2014)

Validitas item ditunjukkan oleh koefisien korelasi antara skor item dengan skor total tes yang diperoleh dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel*, dan tafsiran koefisien validitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran Koefisien Validitas

Nilai Koefisien Validitas	Interpretasi
di atas 0,35	Sangat bermanfaat
0,21 – 0,35	Dapat dimanfaatkan
0,11 – 0,20	Tergantung pada keadaan
di bawah 0,11	Tidak mungkin bermanfaat

(Hr-Guide.com)

Teknik analisis data dalam penelitian ini menerapkan teknik statistik deskriptif dan teknik statistik inferensial. Teknik statistik deskriptif diuraikan dan digunakan dalam

penyajian bentuk tabel dan diagram, sedangkan teknik statistik inferensial digunakan untuk menguji normalitas data, pengujian hipotesis penelitian, dan analisis n-gain.

Analisis *n-gain* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *n-gain* per siswa (*single student normalized gain*) dan *n-gain* per kelas (*the courage average normalized gain*). Analisis *n-gain* per siswa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \text{ Gain}}{\% \text{ Gain}_{\max}} = \frac{\% \text{ Post} - \% \text{ Pre}}{100 - \% \text{ Pre}} \quad (2)$$

(Hake, 1998)

Dan, untuk analisis *n-gain* per kelas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$g_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^N \langle g \rangle_i}{N} \quad (3)$$

Kriteria penilaian analisis *n-gain* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian Analisis N-gain

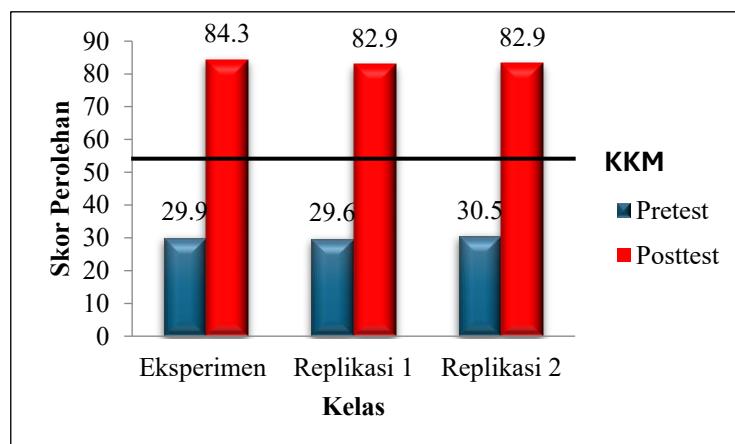
Kriteria	$g \geq 0,7$	Tinggi
	$0,3 < g < 0,7$	Sedang
	$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1998)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Belajar Siswa

Untuk memahami uji statistik dalam pengolahan data, penting untuk mengetahui ukuran gejala pusat seperti rata-rata dan ukuran penyebaran data. Rata-rata dihitung berdasarkan nilai dari setiap responden dalam kelompok sampel, yang memberikan gambaran umum tentang data tersebut. Setelah menghitung rata-rata, kita perlu melihat bagaimana data tersebar di sekitar rata-rata tersebut, yang dilakukan dengan mengukur simpangan baku dan varian. Simpangan baku dan varian digunakan untuk mengetahui seberapa jauh data menyebar dari rata-rata, yang penting dalam proses pengujian hipotesis dalam penelitian kuantitatif. Hasil perhitungan rata-rata, dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan untuk simpangan baku dan varian dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 1. Diagram Peningkatan Hasil Belajar Siswa pada Kelas Eksperimen dan Replikasi

Gambar 1 menunjukkan perbandingan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen serta dua kelas replikasi. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan pada nilai *posttest* di semua kelas dibandingkan dengan nilai *pretest*. Kelas eksperimen memiliki rata-rata *posttest* tertinggi sebesar 84,3, sedangkan kelas replikasi 1 dan 2 masing-masing memiliki nilai rata-rata *posttest* sebesar 82,9. Hasil ini menunjukkan konsistensi antar kelas dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran PBL dan *PhET Simulation* yang diterapkan telah berhasil meningkatkan hasil belajar siswa.

Tabel 4. Simpangan Baku

Kelas/Sampel	Simpangan Baku (SD)		Varian	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Eksperimen (XI A)	10.85	8.45	117.68	71.48
Replikasi 1 (XI C)	11.64	7.38	135.49	54.41
Replikasi 2 (XI B)	9.50	9.62	90.29	92.48

Tabel 4 menyajikan data simpangan baku dan varian nilai *pretest* dan *posttest* untuk ketiga kelas. Simpangan baku yang lebih rendah pada *posttest* dibandingkan *pretest* mengindikasikan penyebaran nilai yang lebih kecil dan konsistensi hasil belajar yang lebih baik setelah pembelajaran berbasis PBL berbantuan *PhET Simulation*. Data ini mendukung kesimpulan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan mampu meningkatkan hasil belajar secara signifikan dan merata di seluruh kelas.

Uji Normalitas Data

Tujuan pengujian normalitas data adalah untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini pengujian normalitas dilakukan pada 3 kelas, yaitu kelas eksperimen, kelas replikasi 1, dan kelas replikasi 2. Data yang diambil dari ketiga kelas tersebut adalah nilai *Posttest*. Dalam penelitian ini, uji statistik yang digunakan adalah *uji Liliefors* dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel*. Tabel 5 menampilkan temuan lengkap dari uji normalitas.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Data

Uji Liliefors			
Data Hasil Belajar	L Hitung	L Tabel	Keterangan
Kelas Ekperimen	0,1575	0,159	Berdistribusi normal
Kelas Replikasi 1	0,0679	0,1559	Berdistribusi normal
Kelas Replikasi 2	0,1186	0,1559	Berdistribusi normal

Analisis uji normalitas pada Tabel 5 memperlihatkan bahwa, pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, nilai L yang dihitung untuk setiap kelompok sampel lebih kecil dari nilai kritis L tabel ($L_{hitung} \leq L_{tabel}$). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga kelas tersebut datanya berdistribusi normal.

Uji Hipotesis

Hasil pengujian hipotesis diperoleh dari simpangan baku, rata-rata, dan varian, yang tedapat pada Gambar 1 dan Tabel 3. Kemudian dari nilai tersebut digunakan rumus statistik uji t satu pihak. Untuk hasil akhir pengujian hipotesis secara rinci disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Hipotesis

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Status
Ekperimen	9,3	1,699	H_0 Ditolak
Replikasi 1	9,852	1,697	H_0 Ditolak
Replikasi 2	7,601	1,697	H_0 Ditolak

Temuan uji-t pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai t hitung secara signifikan melampaui nilai t tabel ($t_{hitung} > t_{tabel}$). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang mengindikasikan rata-rata skor hasil belajar siswa SMA kelas XI yang dibelajarkan menggunakan model PBL berbantuan *PhET Simulation* pada materi gerak parabola secara signifikan lebih besar dari KKM sebesar 70, sehingga penerapan model PBL berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa pada materi Gerak Parabola.

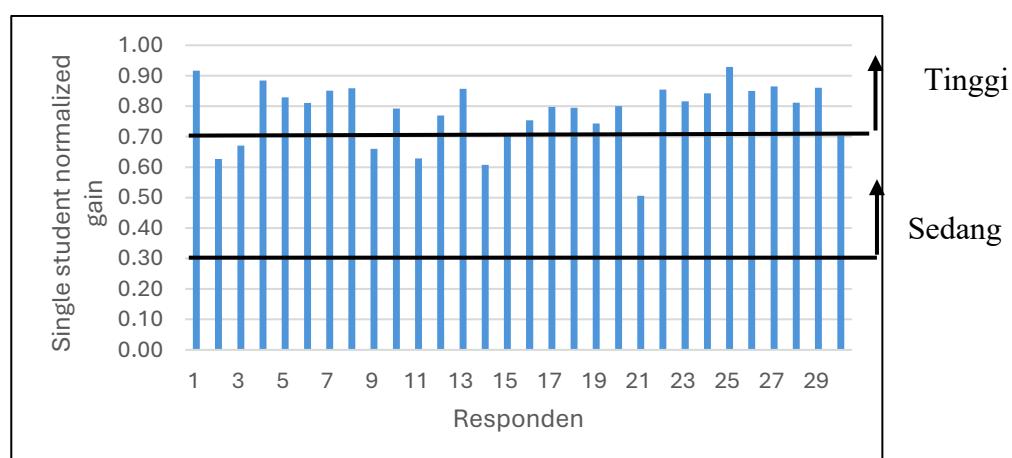
Analisis n-gain

Analisis *n-gain* bertujuan untuk melihat besar peningkatan hasil belajar siswa melalui *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis *n-gain* per kelas disajikan secara lengkap pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian N-gain

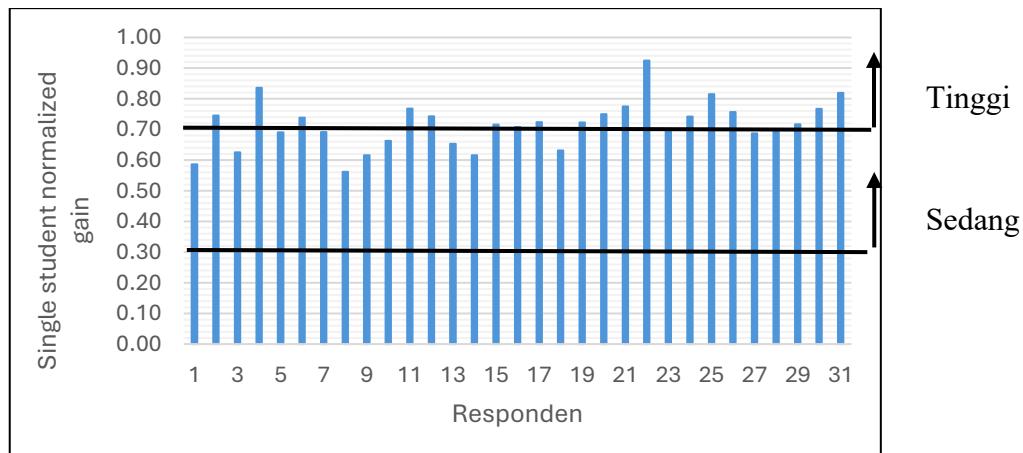
Kelas	N-gain	Kategori
Ekperimen	0,78	Tinggi
Replikasi 1	0,72	Tinggi
Replikasi 2	0,75	Tinggi

Analisis *n-gain* pada Tabel 7 menunjukkan bahwa, *n-gain* yang diperoleh pada semua kelompok sampel memiliki kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada kelas eksperimen dan kelas replikasi setelah diberi perlakuan berupa penerapan model PBL dan *PhET Simulation* dalam pembelajaran fisika pada materi gerak parabola. Besarnya pengaruh perlakuan pada setiap siswa dapat dilihat pada hasil analisis *single student normalized gain* pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



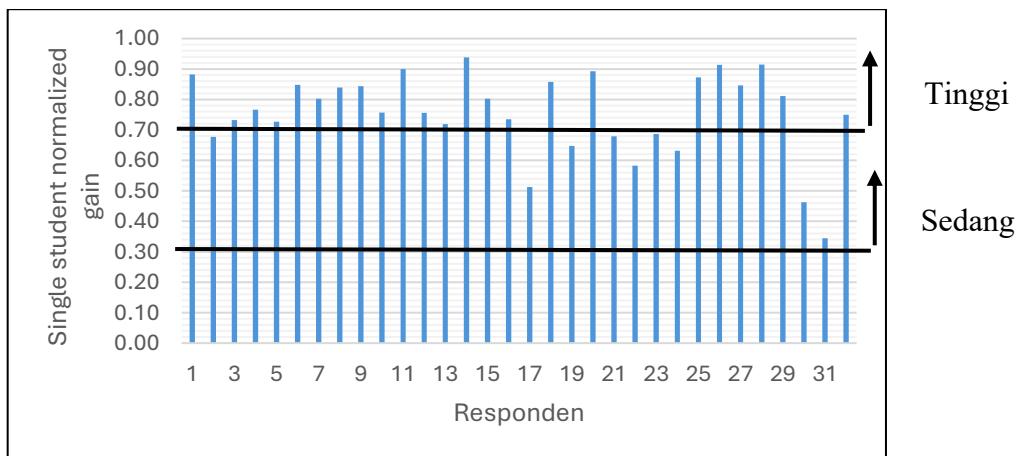
Gambar 2. Single Student Normalized Gain Kelas Eksperimen

Dari hasil analisis pada Gambar 2, diperoleh 24 siswa mengalami peningkatan tinggi dan 6 siswa kategori sedang, menunjukkan efektivitas PBL dan *PhET Simulation* dalam meningkatkan hasil belajar.



Gambar 3. Single Student Normalized Gain Kelas Replikasi 1

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh 23 siswa mengalami peningkatan tinggi dan 8 siswa kategori sedang, menunjukkan bahwa penerapan perlakuan ini juga efektif di kelas replikasi 1.



Gambar 4. Single Student Normalized Gain Kelas Replikasi 2

Berdasarkan Gambar 4, diperoleh 23 siswa mengalami peningkatan tinggi dan 9 siswa kategori sedang, hal ini memperkuat pengaruh positif perlakuan pada hasil belajar kognitif di kelas replikasi 2.

Pada penelitian ini digunakan tiga kelas, yaitu satu kelas eksperimen dan dua kelas replikasi. Penggunaan kelas replikasi bertujuan untuk menghasilkan taksiran yang lebih baik dan melihat konsistensi hasil yang diperoleh (Nupura et al., 2021). Penelitian ini dirancang untuk menguji pengaruh pembelajaran dengan model PBL berbantuan *PhET Simulation*. Penggunaan model PBL berbantuan *PhET Simulation* diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Model PBL memanfaatkan masalah nyata sebagai bahan pembelajaran yang mendorong siswa untuk memecahkan masalah secara mandiri (Edison, 2021). Dengan bantuan *PhET Simulation*, siswa dapat lebih mudah memahami konsep melalui simulasi interaktif yang relevan dengan kehidupan nyata, sehingga

meningkatkan keterlibatan dan motivasi mereka dalam proses pembelajaran (Rusman, 2021). Menurut Adams et al. (2022), *PhET Simulation* memberikan pemahaman yang lebih mendalam karena siswa dapat melihat konsep abstrak dalam bentuk yang lebih nyata dan melakukan eksperimen virtual tanpa keterbatasan laboratorium fisik. Dalam konteks PBL, *PhET Simulation* membantu siswa melakukan eksplorasi sendiri dan menjawab pertanyaan-pertanyaan penting yang muncul selama pemecahan masalah, sehingga mereka lebih aktif dan termotivasi dalam pembelajaran. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdjul & Ntobuo (2019), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar siswa yang menggunakan media pembelajaran virtual laboratory berbasis *PhET Simulation* dibandingkan dengan siswa yang menggunakan alat peraga sederhana, di mana kelas yang menggunakan *PhET Simulation* memiliki hasil belajar yang lebih baik. Penelitian Sahida (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran mampu meningkatkan keaktifan dan hasil belajar Fisika Dasar 1 mahasiswa di STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh.

Pada penelitian ini, peneliti bertindak sebagai fasilitator dan bertanggung jawab untuk mengarahkan proses pembelajaran tanpa secara langsung memberi jawaban atau solusi bagi siswa sehingga mereka dapat memahami materi gerak parabola. Peningkatan hasil belajar siswa dalam penelitian ini disebabkan oleh penerapan model PBL yang efektif. Nilai tinggi yang dicapai siswa dapat diatributkan pada kemampuan mereka dalam mengidentifikasi masalah secara mandiri, yang merupakan bagian integral dari proses pembelajaran berbasis masalah pada tahap orientasi masalah. Proses ini dimulai dengan pengenalan masalah kontekstual yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan menggali informasi lebih dalam. Selain itu, kolaborasi antar siswa sangat berperan dalam meningkatkan hasil belajar, di mana mereka bekerja bersama dalam kelompok untuk merumuskan solusi dan memecahkan masalah yang dihadapi. Adanya tahapan pengorganisasian belajar pada model PBL ini, tidak hanya memfasilitasi pemahaman konseptual yang lebih baik, tetapi juga mendorong keterampilan komunikasi dan kerja sama tim yang esensial. Melalui eksplorasi dan investigasi mandiri menggunakan *PhET Simulation*, siswa dapat menguji hipotesis mereka, mengamati efek dari berbagai variabel, dan mengintegrasikan temuan mereka ke dalam pemahaman yang lebih utuh dan menyeluruh. Proses refleksi dan diskusi yang dilakukan setelahnya membantu memperkuat konsep yang telah dipelajari dan memastikan pemahaman yang mendalam, yang pada akhirnya berkontribusi pada hasil belajar yang lebih baik. Temuan ini didukung oleh penelitian Nufus et al. (2021) yang menunjukkan bahwa penerapan PBL berbasis simulasi virtual secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa melalui pemahaman konsep yang lebih baik dan keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, Jamila et al. (2023) menyatakan bahwa penerapan sintaks-sintaks model PBL dalam proses pembelajaran dapat mendukung dan memenuhi target ketuntasan hasil belajar siswa, sehingga kesulitan belajar siswa secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok.

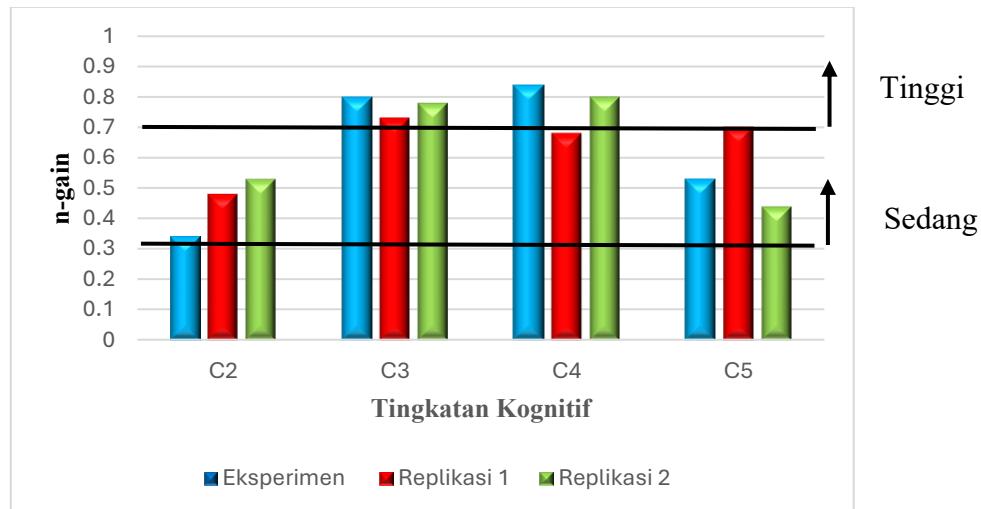
Pembelajaran model PBL berbantuan *PhET Simulation* menciptakan situasi pembelajaran yang mendorong siswa untuk lebih terlibat aktif dalam pembelajaran dan mengembangkan keterampilan sains yang penting. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Supartin et al. (2022) yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan penerapan model PBL dapat berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Rahayu (2023) yang menunjukkan bahwa siswa di kelas yang menggunakan PBL dengan bantuan *PhET Simulation* memiliki rata-rata penguasaan konsep yang lebih tinggi dibandingkan kelas yang tidak menggunakan model PBL dan *PhET Simulation*.

Analisis hipotesis menunjukkan bahwa setelah penerapan model pembelajaran PBL dan *PhET Simulation*, persentase nilai rata-rata siswa di kelas eksperimen, kelas replikasi 1, dan kelas replikasi 2 secara konsisten berada di atas KKM yang ditetapkan di sekolah, yaitu 70. Karena perlakuan yang diterapkan di semua kelas adalah sama, hasil yang diperoleh juga konsisten dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Namun, di setiap kelas terdapat beberapa siswa yang memperoleh nilai mendekati atau di bawah KKM, hal ini disebabkan oleh kurangnya perhatian siswa selama pembelajaran dan kurangnya keterlibatan siswa dalam mengidentifikasi masalah, berdiskusi, dan menemukan solusi, sehingga siswa tidak mendapatkan manfaat penuh dari penerapan model PBL dan *PhET Simulation*. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurfadillah (2023) yang membuktikan bahwa model PBL berbantuan *PhET Simulation* memberikan pengaruh positif yang signifikan dalam keterampilan proses sains dan hasil belajar kognitif siswa. Hal tersebut juga dipertegas oleh Suharto et al. (2021) dan Irmawati et al. (2022), yang menunjukkan bahwa penerapan model PBL yang didukung oleh teknologi mampu meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa. Peningkatan motivasi ini berperan signifikan dalam mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap pencapaian hasil belajar mereka.

Penggunaan *PhET Simulation* dalam model PBL tidak hanya membuat pembelajaran lebih menarik, tetapi juga mendorong siswa untuk berpikir kritis dan berpartisipasi aktif dalam penyelesaian masalah. Menurut Yulianti & Handayani (2021), kombinasi PBL dan *PhET Simulation* meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Setyawan (2019) juga menunjukkan bahwa partisipasi aktif dalam pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan minat belajar siswa. *PhET Simulation* berperan penting sebagai media pembelajaran yang efektif, menggantikan eksperimen laboratorium tradisional dengan simulasi yang mendalam dan interaktif (Verawati et al., 2022). Pendekatan ini membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan memproses informasi secara mandiri (Erviana et al., 2022). Oleh karena inilah, hasil belajar siswa meningkat yang dapat dilihat dari hasil gain siswa yang mendekati kategori tinggi.

Berdasarkan hasil analisis *the course average normalized gain* per kelas pada Tabel 7, menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL berbantuan *PhET Simulation* berpengaruh secara kuantitatif dalam meningkatkan hasil belajar pada setiap siswa pada kelas eksperimen maupun kelas replikasi. Hasil ini sejalan dengan temuan Apriwahyuni et al. (2021), yang menyatakan bahwa model PBL adalah pendekatan pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keaktifan siswa selama proses belajar. Melalui prosedur yang dimulai dengan pemaparan masalah, model ini memanfaatkan media *PhET Simulation* untuk memungkinkan siswa melakukan percobaan virtual menggunakan perangkat digital seperti *handphone*. Hal ini mendukung interaksi kolaboratif dalam diskusi kelompok, yang membuat siswa lebih terlibat secara aktif dalam pemahaman konsep yang sedang dipelajari.

Selain analisis *n-gain* per kelas, peningkatan hasil belajar siswa dapat diamati lebih jelas melalui Gambar 5, yang menampilkan nilai *n-gain* berdasarkan tingkat kognitif siswa.

**Gambar 5.** Analisis *n-gain* per Kognitif

Berdasarkan Gambar 5, diperoleh gain masing-masing kelas mendekati kategori tinggi. Keberhasilan proses pembelajaran ini bukan hanya disebabkan oleh penerapan model PBL di kelas eksperimen dan replikasi, tetapi juga oleh penggunaan *PhET Simulation* yang secara signifikan berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian Buhungo et al. (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang menghubungkan materi dengan kehidupan nyata penting diwujudkan dalam kegiatan belajar mengajar agar informasi yang diperoleh tersimpan lama dalam memori dan dapat diinternalisasi serta diterapkan dalam kehidupan kerja. Model ini memungkinkan siswa untuk terlibat langsung dalam proses pemecahan masalah, mendorong pemahaman konsep yang lebih mendalam, dan penerapannya secara realistik dalam kehidupan nyata. Keberhasilan ini juga didukung oleh rancangan pembelajaran berbasis PBL yang terstruktur dan sistematis di kelas eksperimen, sebagaimana disarankan oleh Pratama (2019). Kombinasi penerapan PBL dan *PhET Simulation* terbukti meningkatkan hasil belajar, karena penggunaan simulasi interaktif membantu siswa dalam visualisasi konsep, sementara kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik membuat mereka cenderung mencapai hasil belajar yang lebih optimal Wulandari (2020).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata nilai *posttest* pada kelas eksperimen adalah 84,3, sedangkan pada kelas replikasi 1 dan 2 masing-masing sebesar 82,9. Analisis uji-t menunjukkan bahwa hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 1 Suwawa pada materi gerak parabola yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran PBL berbantuan *PhET Simulation*, secara signifikan lebih besar dari KKM, yaitu 70. Besarnya pengaruh penggunaan model PBL berbantuan *PhET Simulation* juga ditunjukkan melalui nilai *course average normalized gain* di setiap kelas, yang secara konsisten berada dalam kategori tinggi, yaitu 0,78 untuk kelas eksperimen, 0,73 untuk kelas replikasi 1, dan 0,75 untuk kelas replikasi 2. Selain itu, analisis *single student normalized gain* menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa berada dalam kategori sedang hingga tinggi pada kelas eksperimen, replikasi 1, dan replikasi 2. Hasil serupa juga terlihat dari analisis *n-gain* berdasarkan aspek kognitif di setiap kelas, yang menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa dalam kategori sedang hingga tinggi.

Bagi peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini, disarankan untuk menerapkan model ini pada topik lain untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang

pengaruh model PBL dan *PhET simulation* dalam pembelajaran Fisika di sekolah. Lebih lanjut, penelitian selanjutnya dapat mengkaji bagaimana model PBL yang dipasangkan dengan *PhET simulation* dapat meningkatkan aspek-aspek tambahan, seperti berpikir kritis siswa, keterampilan berkolaborasi, dan kemampuan memecahkan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W. K., Paulson, A., Wieman, C., & Perkins, K. K. (2022). The Impact of PhET Interactive Simulation on Science Education. *Physics Education Research Conference Proceedings*
- Abdjal, T., & Ntobuo, N. E. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Virtual Laboratory Berbasis PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 7(3), 26-31.
- Apriwahyuni, R., Yunus, S.R., Wahyuni, D. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Media PhET Simulation Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Peserta Didik. *Jurnal Profesi Kependidikan*, 2(1), 89–100.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Attamimi, T. A., Ahmad, R. F., Fajar, R. A. (2023). Teknik Pengolahan dan Penilaian Hasil Belajar Aspek Kognitif dalam Evaluasi Pembelajaran : Studi Analisis Pembelajaran Daring. 7(1), 147–160. <https://doi.org/10.35931/am.v7i1.1480>
- Buhungo, T. J., Supartin., Arbie A., Setiawan, D. G. E., Djou A. Yunus. M. (2023). Learning Tools Quality of Problem-Based Learning Model in Contextual Teaching and Learning Approach Onelasticcity and Hooke's Law Materials. *JPPIPA*, 9(3),1092-1098.
- Edison, A. (2021). *Model Problem Based Learning Solusi Meningkatkan Prestasi Belajar*. Lombok Tengah NTB: Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.
- Erviana, V. Y., Sulisworo, D., Robi'in, B., & Nur Afina, E. R. (2022). Model Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Virtual Reality Untuk Peningkatan HOTS Siswa. Yogyakarta: K-Media.
- Fitri, R. A., Adnan, F., & Irdamurni. (2021). Pengaruh Model Quantum Teaching Terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 88–101.
- Hake, Richard R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data For Introductory Physics Courses. *American Journal Of Physics*. 66(1). 64-74.
- Hidayat, R., Hakim, L., & Lia, L. (2019). Pengaruh Model Guided Discovery Learning Berbantuan Media PhET Simulation Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 97–104. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i2.5900>
- HR Guide. (n.d.). *Chapter 3: Understanding Test Quality-Concepts of Reliability and Validity*. https://hr-guide.com/Testing_and_Assessment/Reliability_and_Validity.htm (diakses pada Jum'at, 10 Januari 2025, pukul 15.17 WITA)
- Hutapea, R.A. & Apriani Sijabat, E. K. S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Hots Terhadap Hasil Belajar Kognitif Fisika Siswa SMA negeri 5 Pematang Siantar. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4, 3839–3848.
- Irmawati, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Minat Belajar Peserta didik pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar: Indonesia. *Elementary: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 110-118.

- Jamila, S., Verawati, N. N. S. P., & Makhrus, M. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media Phet Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI. *Jurnal Penelitian Fisikawan*, 6(1), 25-38. <https://doi.org/10.29303/jpf.v6i1.8332>
- Nufus, M., Suryadi, D., & Sari, D. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi Virtual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 15(2), 120-130.
- Nupura, M. S., Mursalin, Nuayi, A. W., & Arbie, A. (2021). Pengaruh WhatsApp, Google Classroom, dan Google Meet dalam Pembelajaran Fisika terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jambura Physics Journal*, 3(1), 64-72.
- Nurfadilah, R. (2023). Pengaruh PBL Berbantuan PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Universitas Jember*.
- Pratama, Y. (2019). Implementation of Problem-Based Learning to Improve Learning Outcomes in Physics Education. *Physics Education Journal*, 5(2), 115-122.
- Putri, J. E., & Zainil, M. (2021). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Tematik Terpadu Kelas IV SDN 09 Pasaman Kabupaten Pasaman Barat. *Journal of Basic Education Studies*, 4(1), 3115–3125.
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin. (2020). PhET : Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Romlah, S. A., & Andi, H. J. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa SMA. *Jurnal Eduscience*, 8(2), 1–5.
- Rusman. (2021). *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Ruwaida, H. (2019). Proses Kognitif dalam Taksonomi Bloom Revisi : Analisis Kemampuan Mencipta (C6) pada Pembelajaran Fikih di MI Miftahul Anwar Desa Banua Lawas. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*: 4(1), 51–76.
- Sahida, D. (2022). Pengaruh Media PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Dasar 1 STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh. *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporative Learning and Studies (IICLS)*, 3(1), 12-20.
- Santoso, D. (2021). The Effect of Problem-Based Learning on Students' Conceptual Understanding and Learning Outcomes in Science Education. *Journal of Educational Research*, 12(3), 45-54.
- Saputra, R., Susilawati, & Verawati, N. N. S. P. (2020). Pengaruh Penggunaan Media *PhET Simulation* (Physics Education Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 15(2), 110–115. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1459>
- Setyabudi, S., Sunarno, W., & Sukarmen. (2021). Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning Melalui Media Animasi dan Modul Interaktif Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Gaya Belajar Siswa. *Jurnal Universitas Jember*, 1(1), 1-13.
- Setyawan, D. (2019). Peningkatan Minat Belajar Siswa Melalui Model Problem Based Learning. *Journal of Educational Innovations*, 7(4), 210-218.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung : CV Alfabeta
- Suharto, A., Supriyatno, S., & Rusman, R. (2021). Pengembangan Model PBL Berbantuan Teknologi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*, 15(2), 101-112.

- Suliayati, S., Mujasam, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). Penerapan Model PBL Menggunakan Alat Peraga Sederhana Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Curricula*, 3 (1), 11–22.
- Supartin et al. (2022). Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Daring Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Educatio*, 17(1), 12-20.
- Widyaningsih, S. W., Kuswandi, D., Aulia, F., Yusro, A. C., & Yusuf, I. (2024). Problem-Based Learning to Metacognition in Physics Learning in Indonesia: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 123-135.
- Wulandari, R. (2020). Problem-Solving Skills and Learning Outcomes: The Impact Of Problem-Based Learning Model In Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 134-142
- Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 02(3), 399–408.
- Yulianti, S., & Handayani, L. (2021). Aktivitas Belajar Siswa dengan Model Problem Based Learning. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 14(2), 145-156.
- Yunus, I., Odja, A. H., & Buhungo, T. J. (2024). The Influence of the Problem Based Learning Model Assisted by Video Based Laboratory on Students Ability to Solve Problem on Elasticity and Hooke's Law. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(2), 362-370.
- Yusuf, I., Setyosari, P., Kuswandi, D., & Ulfa, S. (2024). The Frontier Areas' Student Acceptance of Physics Fun-based Mobile Application: Incorporating the Process-Oriented Guided-Inquiry Learning (POGIL) Strategy. *Participatory Educational Research*, 11(6), 152-171.
- Yusuf, N. R., & Bektiarso, S. (2020). Pengaruh Model PBL dengan Media Google Classroom Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 230–235.