

Pengaruh Model Pembelajaran Pbl Berbantuan Media Phet Dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Hasil Belajar Siswa

Wildan Muhdantiar*¹, Kasriman²

^{1,2}Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

*Penulis Korespondensi: wildanmuhdantiar26@gmail.com

Abstract: Mathematics learning in elementary schools still faces various challenges, especially in topics that involve abstract concepts such as fractions. This study aims to determine the effect of the Problem-Based Learning (PBL) model assisted by PhET interactive simulation media on students' mathematics learning outcomes. The research was conducted at SD Negeri Bubulak 03 with 20 third-grade students as subjects, consisting of 11 boys and 9 girls. The research used a quantitative approach with a pre-experimental design of the One Group Pretest-Posttest type. The data collection instrument consisted of 10 essay questions measuring higher-order thinking skills (C4–C6). The results showed that the average pretest score of 48.00 increased to 80.50 in the posttest. N-Gain analysis indicated that 55% of students experienced moderate improvement, 35% high improvement, and 10% low improvement, with no students showing a decline. The Paired Sample t-Test produced a significance value of $0.000 < 0.05$, indicating a significant difference between scores before and after the treatment. These findings demonstrate that integrating the PBL model with PhET media is effective in improving students' understanding of fractions and in creating a more active, collaborative, and meaningful learning experience at the elementary level.

Keywords: Problem-Based Learning, PhET Simulation, learning outcomes, fractions, elementary school

Abstrak: Pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menghadapi berbagai kendala, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti pecahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Problem-Based Learning (PBL) berbantuan media simulasi interaktif PhET terhadap hasil belajar matematika siswa. Penelitian dilaksanakan di SD Negeri Bubulak 03 dengan subjek sebanyak 20 siswa kelas III yang terdiri dari 11 siswa laki-laki dan 9 siswa perempuan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pre-eksperimental tipe One Group Pretest-Posttest Design. Instrumen pengumpulan data berupa 10 soal esai yang mengukur tingkat berpikir tinggi (C4–C6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest sebesar 48,00 meningkat menjadi 80,50 pada posttest. Hasil analisis N-Gain menunjukkan bahwa 55% siswa mengalami peningkatan sedang, 35% tinggi, dan 10% rendah, tanpa ada siswa yang mengalami penurunan. Uji Paired Sample t-Test menghasilkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara nilai sebelum dan sesudah perlakuan. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi model PBL dengan media PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pecahan serta menciptakan proses pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, dan bermakna di tingkat sekolah dasar.

Kata kunci: Problem-Based Learning, PhET Simulation, hasil belajar, pecahan, sekolah dasar

PENDAHULUAN

Pemilihan model pembelajaran yang sesuai sangat menentukan dalam membantu siswa memahami materi, khususnya matematika di tingkat sekolah dasar. Mata pelajaran ini tidak hanya berkaitan dengan angka, tetapi juga mendorong pengembangan cara berpikir logis, menganalisis permasalahan, dan membuat keputusan secara kritis-kemampuan yang sangat berguna dalam kehidupan nyata. Namun, banyak siswa di jenjang ini masih kesulitan memahami konsep matematika secara keseluruhan. Hal ini

menunjukkan bahwa kebutuhan mereka belum sepenuhnya terpenuhi oleh metode pembelajaran yang selama ini digunakan.

Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan metode pembelajaran konvensional yang bersifat searah masih menjadi penyebab utama rendahnya capaian belajar siswa. Pola mengajar yang minim interaksi ini cenderung membuat siswa hanya sebagai pendengar pasif, sehingga mereka kesulitan membangun pemahaman yang mendalam terhadap materi. Dewi dan Susilo dalam (Almada ., 2024) menjelaskan metode tradisional menghambat partisipasi aktif siswa, terutama dalam pelajaran matematika. Temuan serupa juga disampaikan oleh (Munthe & Pasaribu, 2023), yang menyatakan bahwa banyak siswa yang beranggapan matematika itu sulit sehingga membuat mereka kurang berminat dalam mempelajarinya. (Aprijal ., 2020) menambahkan bahwa rendahnya motivasi dan kurangnya minat belajar turut menjadi faktor penting di balik lemahnya hasil belajar siswa.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di SD Bubulak 03, siswa kelas III masih mengalami hambatan dalam memahami materi matematika, meskipun telah berulang kali menjelaskan konsep yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa cara pembelajaran siswa tidak mampu memberi mereka pengalaman penting atau memberi mereka alat yang dibutuhkan untuk berpikir sendiri atau bekerja sama memecahkan masalah. Oleh karena itu, kita memerlukan cara pembelajaran yang melibatkan siswa lebih banyak dan mendorong mereka untuk belajar melalui situasi kehidupan nyata.

Cara terbaik untuk mencapai kualitas ini adalah melalui Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL). Kerangka pendidikan yang dikenal sebagai Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) menempatkan penekanan kuat pada penggunaan pemecahan masalah dunia nyata sebagai dasar pembelajaran siswa. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), menurut (Kasmantoro ., 2024), meningkatkan hasil pembelajaran matematika dengan mendorong partisipasi siswa dalam berpikir kritis dan kooperatif. Lebih lanjut, (Khakim ., 2022) menemukan bahwa penerapan PBL berdampak positif pada pemahaman konseptual dan keterampilan kognitif tingkat tinggi. (Lestari ., 2024) juga menegaskan bahwa PBL memfasilitasi siswa untuk belajar secara aktif, kreatif, dan reflektif dalam proses pembelajaran matematika.

Materi pembelajaran yang dapat memvisualisasikan ide matematika secara interaktif diperlukan untuk meningkatkan kemandirian model PBL. Salah satu media yang relevan adalah PhET (Physics Education Technology), yaitu media simulasi interaktif berbasis web yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. PhET memiliki banyak model visual yang dapat digunakan siswa untuk mempelajari lebih lanjut tentang ide-ide abstrak dengan berinteraksi langsung dengan objek digital yang tampak seperti benda nyata. Meskipun awalnya dikembangkan untuk sains, banyak simulasi PhET yang dapat diadaptasi untuk pembelajaran matematika di tingkat dasar, seperti operasi bilangan, pecahan, grafik, dan pola. Media ini memungkinkan siswa melakukan eksperimen virtual secara mandiri maupun berkelompok, sehingga mendukung pengembangan keterampilan pemecahan masalah dan penalaran matematis.

Beberapa penelitian Terdahulu telah menunjukkan efektivitas Problem-Based Learning yang dikombinasikan dengan media PhET. (Riset, Pendidikan, Muh, Husniati, & Muzaini, 2024) melaporkan bahwa penerapan model ini pada siswa SD signifikan meningkatkan aktivitas serta capaian belajar matematika dibandingkan kelas kontrol. (Novita, S, & Fatmi, 2023) dalam *Journal on Education* menyimpulkan bahwa PBL berbantuan PhET memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman kognitif siswa.

Meskipun banyak penelitian telah membuktikan keefektifan kombinasi Problem-Based Learning dan media PhET, sebagian besar studi tersebut dilakukan pada jenjang pendidikan menengah atau atas, dan belum banyak yang berfokus pada jenjang sekolah dasar khususnya kelas rendah. Selain itu, fokus penelitian sebelumnya cenderung pada aspek kognitif dasar, sedangkan aspek kemampuan berpikir tingkat tinggi (C4–C6) masih jarang diteliti secara mendalam dalam konteks penggunaan PhET di tingkat sekolah dasar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan menerapkan PBL berbantuan PhET dalam meningkatkan hasil belajar matematika pada siswa kelas III SD, khususnya dalam ranah analisis, evaluasi, dan kreasi.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan model Problem-Based Learning yang dikombinasikan secara langsung dengan media simulasi PhET dalam pembelajaran matematika di kelas III SD, dengan fokus pengukuran pada aspek kemampuan berpikir tingkat tinggi berdasarkan taksonomi Bloom revisi (C4–C6). Penelitian ini juga menggunakan desain pra-eksperimen One Group Pre-test Post-test yang memungkinkan analisis perubahan hasil belajar siswa secara terukur sebelum dan sesudah perlakuan, serta memberikan bukti empiris baru mengenai efektivitas PBL berbantuan PhET pada jenjang pendidikan dasar. (Suradi ., 2021) menemukan bahwa penggunaan media visual yang menarik dapat membantu siswa mempelajari angka dengan lebih baik. (Astuti ., 2022) menunjukkan bahwa penggunaan media digital mendorong keaktifan dan pemahaman siswa dalam belajar matematika. Sementara itu, (Indriani, 2020) menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi di sekolah membuat pembelajaran lebih interaktif dan membuat semua siswa lebih terlibat.

Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh model pembelajaran Problem-Based Learning berbantuan media PhET terhadap hasil belajar matematika siswa kelas III SD. Kajian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan sains dengan menemukan cara-cara baru untuk pembelajaran yang berhasil dengan baik di sekolah dasar, Fokus utama penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana model pembelajaran tersebut mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental dan kuantitatif. Lebih tepatnya, pendekatan One Group Pre-test Post-test Design digunakan dalam penelitian ini. Metode ini dipilih karena memudahkan untuk melihat seberapa baik siswa belajar

sebelum dan sesudah perlakuan. Desain ini mengikuti prosedur eksperimen yang dikemukakan oleh (Sugiyono, 2020) yang menyatakan bahwa dalam kerangka praeksperimen, satu kelompok dievaluasi sebelum dan sesudah intervensi. Penelitian ini dilakukan di SDN Bubulak 03 dengan jumlah partisipan 20 orang dari kelas 3 SD.

Tes esai yang mencakup sepuluh pertanyaan yang disusun menurut tingkat kesulitan C4 (analisis), C5 (evaluasi), dan C6 (kreasi) taksonomi Bloom digunakan sebagai instrumen utama untuk mengevaluasi hasil belajar siswa. Untuk memberikan penilaian yang lebih menyeluruh terhadap pemahaman siswa, pertanyaan-pertanyaan ini dirancang untuk mengukur kemampuan mereka dalam mengatasi masalah matematika yang menantang. Tahap pre-test dan post-test evaluasi ini dibuat untuk mengukur seberapa besar intervensi pendidikan telah mengubah hasil belajar siswa.

Selama tahap awal implementasi, siswa diberikan pre-test yang mencakup 10 pertanyaan esai untuk menilai pemahaman dasar mereka terhadap konsep matematika yang akan dibahas. Proses pembelajaran dilakukan melalui pendekatan Problem-Based Learning (PBL), ditambah dengan media interaktif PhET. Penelitian ini menggunakan PhET untuk meningkatkan pengalaman belajar dengan menawarkan simulasi langsung dari berbagai ide matematika. Metode PBL dipilih karena kemampuannya untuk mendorong keterlibatan siswa secara aktif dalam menangani situasi kehidupan nyata, sehingga mungkin meningkatkan pemahaman yang lebih dalam tentang ide.

Setelah kegiatan pembelajaran berakhir, peserta didik diberikan post-test yang soalnya serupa dengan pre-test. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi kemampuan mereka dalam menyelesaikan soal-soal matematika setelah mengikuti pembelajaran berbasis masalah yang didukung media PhET. Perbandingan hasil pre-test dan post-test diharapkan dapat menjelaskan sejauh mana penerapan model meningkatkan hasil belajar siswa dalam matematika.

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu divalidasi oleh dosen ahli di bidang pendidikan matematika dan pengukuran evaluasi pendidikan untuk menilai kelayakan isi (content validity) berdasarkan kesesuaian indikator soal dengan kompetensi dasar, tingkat kognitif taksonomi Bloom, dan keterpakaian soal dalam konteks pembelajaran kelas III SD. Uji validitas empiris juga dilakukan melalui uji coba terbatas pada siswa kelas setara di luar sampel, dan hasilnya dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment dengan bantuan SPSS. Instrumen penelitian dapat dikatakan valid dan reliabel apabila telah melalui uji validitas isi oleh ahli dan validitas empiris melalui uji coba terbatas, serta memiliki koefisien reliabilitas di atas 0,70 menggunakan Alpha Cronbach (Sugiyono, 2020).

software SPSS 26 digunakan untuk menganalisis data untuk penelitian ini. Analisis deskriptif adalah salah satu metode analisis yang digunakan untuk memastikan nilai rata-rata, skor minimum dan maksimum, dan deviasi standar dari hasil belajar siswa sebelum dan selama intervensi. Untuk mengevaluasi perolehan belajar, hasil pre-test dan post-test juga diubah menjadi nilai-nilai N-Gain. Tahap selanjutnya memerlukan penilaian yang diperlukan, termasuk uji homogenitas menggunakan Uji Levene dan uji normalitas menggunakan teknik Shapiro-Wilk. Uji t sampel berpasangan digunakan

untuk menjamin perbedaan substansial antara temuan pre-test dan post-test ketika data memiliki distribusi normal dan homogen. Uji t berpasangan dirancang untuk menilai perbedaan rata-rata antara dua ukuran dari kelompok yang sama, sesuai dengan rekomendasi yang ditetapkan oleh (Sugiyono, 2020), yang diikuti dalam pelaksanaan uji ini.

Sebagai pelengkap dari uji signifikansi, dilakukan juga analisis effect size menggunakan Cohen's d untuk mengetahui kekuatan atau besarnya pengaruh perlakuan. Perhitungan Cohen's d dilakukan dengan membagi selisih rata-rata skor pretest dan posttest dengan simpangan baku dari selisih skor tersebut. Interpretasi nilai effect size mengacu pada batasan dari Cohen, yaitu 0,2 menunjukkan efek kecil, 0,5 efek sedang, dan $\geq 0,8$ menunjukkan efek besar (Brydges, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Siswa kelas III SD Bubulak 03 mengikuti tes yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian ini. Dalam penelitian ini, satu kelompok siswa berpartisipasi dalam desain pra-eksperimental menggunakan pendekatan One Group Pre-test Post-test. Sebelum penerapan pembelajaran berbasis masalah (PBL) menggunakan media PhET, siswa melakukan pre-test untuk evaluasi awal. Selain itu, peserta terlibat dalam proses pembelajaran matematika menggunakan media PhET selama beberapa sesi. Post-test diberikan setelah perlakuan untuk mengukur seberapa besar hasil belajar siswa dalam matematika telah meningkat.

	Pretest	Posttest	Ngain	Kategori_Ngain
1	30.00	60.00	.43	4.00
2	50.00	70.00	.40	4.00
3	60.00	100.00	1.00	5.00
4	70.00	90.00	.67	4.00
5	50.00	60.00	.20	3.00
6	50.00	90.00	.80	5.00
7	70.00	80.00	.33	4.00
8	60.00	90.00	.75	5.00
9	50.00	80.00	.60	4.00
10	60.00	70.00	.25	3.00
11	50.00	80.00	.60	4.00
12	50.00	100.00	1.00	5.00
13	50.00	90.00	.80	5.00
14	30.00	70.00	.57	4.00
15	30.00	80.00	.71	5.00
16	40.00	70.00	.50	4.00
17	40.00	80.00	.67	4.00
18	50.00	100.00	1.00	5.00
19	40.00	70.00	.50	4.00
20	40.00	80.00	.67	4.00
21	.	.	.	.
22	.	.	.	.
23	.	.	.	.

Gambar 1. Hasil Nilai Pretest dan Posttest

Hasil analisis software SPSS terhadap data pre-test dan post-test siswa ditunjukkan pada Gambar 1. Tampilan tersebut memperlihatkan skor individu sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran, yang menjadi dasar dalam melakukan analisis statistik lanjutan seperti uji normalitas dan uji-t berpasangan. Hasil analisis statistik yang digunakan untuk menilai seberapa besar model pembelajaran meningkatkan kinerja siswa dalam matematika akan ditunjukkan pada bagian berikutnya, bersama

dengan data komprehensif, seperti skor pre-test dan post-test siswa yang berpartisipasi dalam teknik PBL yang menggunakan media PhET.

Data Hasil Belajar *Pre-test* dan *Pos-Test*

Teknik N-Gain akan digunakan untuk menghasilkan data pre-test dan post-test sebelum analisis deskriptif dilakukan untuk memastikan nilai rata-rata, minimum, maksimum, dan simpangan baku. Hasil perhitungan N-Gain ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar klasifikasi dan frekuensi presentase N-Gain

<i>Normalized Gain</i>	Klasifikasi	Jumlah Siswa	Frekuensi Presentase (%)
$-1,00 \leq 0,00$	Terjadi Penurunan	-	-
$g=0,00$	Tetap	-	-
$0,00 < g < 0,30$	Rendah	2	10%
$0,30 < g < 0,70$	Sedang	11	55%
$0,70 < g < 1,00$	Tinggi	7	35%
Jumlah		20	100%

Berdasarkan tabel 1 *Normalized Gain* yang disajikan, hasil peningkatan (gain) siswa dikelompokkan dalam beberapa kategori yang menggambarkan perubahan hasil belajar mereka setelah intervensi. Tidak ditemukan siswa yang mengalami penurunan hasil belajar, yang tercermin dari kategori penurunan dengan nilai gain antara $-1,00$ hingga $0,00$. Selain itu, kategori tetap (gain = $0,00$) juga tidak terisi oleh siswa mana pun, yang menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang tidak mengalami perubahan hasil belajar. Sebagian besar siswa, yaitu 55% (11 siswa), tergolong dalam kategori gain sedang ($0,30 < g \leq 0,70$). Hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa menunjukkan peningkatan hasil belajar yang moderat setelah mengikuti pembelajaran. Selanjutnya, terdapat 35% (7 siswa) yang mencapai kategori gain tinggi ($0,70 < g \leq 1,00$), yang mencerminkan peningkatan hasil belajar yang signifikan. Secara bersamaan, 10% (2 siswa) termasuk dalam kelompok peningkatan rendah ($0,00 < g \leq 0,30$), yang menunjukkan bahwa sejumlah kecil siswa menunjukkan sedikit sekali kemajuan. Distribusi peningkatan ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa mengalami kemajuan positif pascaintervensi, dengan lebih dari setengah (55%) menunjukkan tingkat peningkatan pembelajaran yang sedang hingga signifikan.

Data Hasil Analisis Deskriptif *Pre-test* Dan *Post-Test*.

Setelah perhitungan N-Gain, analisis deskriptif dilakukan pada data untuk menilai bagaimana media Simulasi PhET memengaruhi hasil belajar siswa dalam matematika baik sebelum maupun setelah intervensi. Tabel 2 di bawah ini menampilkan temuan analisis deskriptif skor pre-test dan post-test:

Tabel 2. Data Hasil Analisis Deskriptif Pre-test Dan Post-Test.

Descriptive Statistics					
Hasil Belajar	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest	20	30.00	70.00	48.0000	11.82103
Posttest	20	60.00	100.00	80.5000	12.34376

Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pre-test dan post-test dalam analisis statistik deskriptif hasil belajar siswa sebelum dan setelah intervensi. Siswa memperoleh skor rata-rata 48,00, deviasi standar 11,82, skor minimum 30, dan skor maksimum 70 selama tahap pre-test. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum perlakuan, kemampuan dasar siswa relatif rendah dan terdistribusi secara merata. Setelah perlakuan, hasil posttest menunjukkan peningkatan yang signifikan. Skor minimum siswa naik menjadi 60, skor maksimum mencapai 100, dengan rata-rata 80,50 dan deviasi standar 12,34. Kenaikan rata-rata sebesar 32,50 poin menunjukkan peningkatan substansial dalam kemampuan hampir semua siswa.

Perbedaan ini mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran yang diterapkan berdampak positif terhadap pencapaian hasil belajar siswa. Kenaikan nilai minimum dan maksimum, serta rata-rata yang meningkat cukup tajam, menunjukkan adanya perbaikan performa akademik yang merata dan signifikan di antara seluruh responden. Hal ini mendukung temuan bahwa pendekatan pembelajaran penelitian meningkatkan hasil belajar siswa.

Uji Asumsi Klasik

Uji Normalitas

Uji normalitas distribusi data hasil belajar siswa diperiksa menggunakan uji Shapiro-Wilk. Karena uji Shapiro-Wilk paling cocok untuk ukuran sampel kecil ($n < 50$), yang sesuai dengan jumlah peserta dalam penelitian ini, maka uji ini digunakan. Berdasarkan temuan pre-test dan post-test, penilaian dilakukan menggunakan software SPSS. Tabel 3 di bawah ini menampilkan temuan dari perhitungan untuk uji normalitas:

Tabel 3. Hasil Analisis Statistik Uji Normalitas Data Pre-Test Dan Post-Test

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.200	20	.034	.918	20	.090
Posttest	.166	20	.149	.924	20	.117

a. Lilliefors Significance Correction

Untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan memenuhi uji normalitas, digunakan uji Shapiro-Wilk. Karena sangat andal dan tepat untuk kumpulan data dengan ukuran sampel kecil ($n < 30$), seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini dengan 20 siswa, maka digunakan uji Shapiro-Wilk. Tabel 3 mengonfirmasi bahwa data pre-test terdistribusi normal, dengan hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi

0,90, di atas 0,05. Data post-test terdistribusi normal, menurut hasil uji normalitas, yang memiliki nilai signifikansi 0,117, di atas 0,05.

Uji Homogenitas

Sebelum melakukan analisis apa pun, uji homogenitas varians digunakan untuk melihat apakah data menunjukkan variasi yang konsisten di seluruh kelompok. Penelitian ini menggunakan teknik Uji Levene dan dilakukan menggunakan software SPSS, dengan menggunakan data hasil belajar siswa. Tabel 4 di bawah ini menampilkan hasil uji homogenitas:

Tabel 4. Hasil Analisis Statistik Uji Homogenitas dengan Levene's Test
Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	.089	1	38	.767
	Based on Median	.162	1	38	.690
	Based on Median and with adjusted df	.162	1	37.825	.690
	Based on trimmed mean	.082	1	38	.776

Uji Levene untuk homogenitas varians menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,767 (diperoleh dari nilai rata-rata). Data dikatakan menunjukkan varians yang homogen jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Akibatnya, kriteria homogenitas terpenuhi, yang memungkinkan analisis data lebih lanjut dengan uji statistik parametrik.

Uji Univariat t-tes

Setelah penggunaan pendekatan pembelajaran berbantuan media Simulasi PhET, skor pre-test dan post-test dibandingkan menggunakan uji-t untuk melihat apakah ada perubahan yang signifikan. Uji-T Sampel Berpasangan digunakan dalam penyelidikan ini menggunakan software SPSS. Hasil uji digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik siswa diperlakukan. Tabel 5 di bawah ini menampilkan hasil pengujian:

Tabel 5. Hasil Analisis Statistik Uji Paired Sample Test

		Paired Samples Test							
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Posttest	-32.00000	12.81447	2.86540	-37.99735	-26.00265	-11.168	19	.000

Paired Samples Test

Nilai signifikan (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 diperoleh dari hasil Uji-t Sampel Berpasangan untuk skor pre-test dan post-test. Dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak karena nilai ini kurang dari tingkat signifikansi 0,05. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil pre-test dan post-test. Hasil belajar

matematika siswa telah meningkat sebagai hasil dari teknik pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini.

Effect Size

Table 6. Hasil Uji Effect Size Paired Sample

Paired Samples Effect Sizes						
Pair 1	Pretest - Posttest	Cohen's d	Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
		Hedges' correction				
			12.814	-2.497	-3.390	-1.588
			13.075	-2.448	-3.323	-1.556

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Hasil analisis **Error! Bookmark not defined.** Tanda negatif pada nilai tersebut mengindikasikan bahwa skor setelah pembelajaran (posttest) lebih tinggi dibanding sebelum pembelajaran (pretest). Dengan demikian, penerapan model Problem Based Learning (PBL) yang didukung oleh media PhET memberikan kontribusi positif yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

PEMBAHASAN.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sampel 20 siswa, 11 di antaranya laki-laki dan 9 di antaranya perempuan, di Kelas III SDN Bubulak 03, Kota Bogor. Materi pelajaran difokuskan pada pecahan, salah satu konsep matematika utama yang terkadang sulit dipahami oleh siswa sekolah dasar. Untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi tersebut, peneliti menggunakan 10 soal esai berbasis taksonomi Bloom tingkat C4–C6, baik untuk pretest maupun posttest. Sebelum melakukan penelitian instrument soal dilakukan pengujian validitas terlebih dahulu menggunakan korelasi Pearson antara setiap butir soal dan total skor. Hasil menunjukkan bahwa seluruh item memiliki nilai korelasi di atas 0,30 dan signifikan $<0,05$ sehingga dinyatakan valid. Sementara itu, uji reliabilitas menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,822, yang menunjukkan bahwa instrumen ini memiliki konsistensi internal yang tinggi dan layak digunakan dalam penelitian.

Pada tahap awal, siswa terlebih dahulu menyelesaikan pre-test untuk mengevaluasi keterampilan dasar mereka sebelum intervensi instruksional. Dengan skor minimum 30,00 dan skor maksimum 70,00, hasil pre-test menunjukkan skor rata-rata 48,00. Berdasarkan temuan ini, sebagian besar siswa kurang memiliki pemahaman mendasar tentang pecahan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Guru ., 2020) bahwa kurangnya materi pembelajaran yang konkret dan menarik membuat pecahan menjadi mata pelajaran yang menantang untuk diajarkan. (Winanda ., 2024) juga menyebutkan bahwa meskipun pecahan sering digunakan dalam konteks kehidupan sehari-hari, bentuk dan operasinya masih membingungkan bagi banyak siswa sekolah dasar.

Selain itu, media simulasi interaktif PhET digunakan bersamaan dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL) untuk melibatkan siswa dalam proses

pembelajaran. Dengan pendekatan ini, siswa dapat berpartisipasi aktif dalam memecahkan masalah kontekstual terkait pecahan sambil menikmati dan memahami konsep matematika secara visual. Siswa dibagi ke dalam kelompok kecil, menggunakan laptop yang telah dilengkapi simulasi pecahan dari PhET, dan didampingi oleh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk membimbing aktivitas belajar mereka.

Empat kelompok yang masing-masing terdiri dari 5 siswa dibentuk oleh peneliti, dan seorang siswa yang ahli dalam teknologi dipilih untuk memimpin setiap kelompok. Peneliti menjelaskan cara menggunakan media sebelum latihan pembelajaran dimulai.

Peneliti memberikan post-test untuk mengevaluasi keterampilan akhir siswa setelah intervensi media simulasi PhET, setelah selesainya proses pembelajaran dengan menggunakan media. Ada 10 pertanyaan esai yang berbeda pada post-test. Dengan skor minimum 60,00 dan skor maksimum 100,00, skor rata-rata naik menjadi 80,50. Peningkatan pemahaman yang signifikan ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata sebesar 32,50 poin. Berdasarkan analisis N-Gain, 55% siswa termasuk dalam kategori peningkatan sedang, 35% dalam kategori tinggi, dan 10% dalam kategori rendah, serta tidak ada siswa yang mengalami penurunan hasil belajar. Uji-t sampel berpasangan mengungkapkan perbedaan yang signifikan antara temuan pra-tes dan pasca-tes, dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil pembelajaran siswa yang berkaitan dengan konsep pecahan sangat didorong oleh penggunaan teknik PBL, yang didukung oleh media PhET.

Sebagai perbandingan, penelitian oleh (Lastri, Nissa, & Yuliyanti, 2023) dalam Jurnal Media Pendidikan Matematika (J-MPM), Vol.11, No.1, yang berjudul “Model Problem Based Learning dengan Media Power Point untuk Meningkatkan Minat dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa” menunjukkan bahwa penerapan Problem-Based Learning (PBL) dengan media PowerPoint efektif meningkatkan minat dan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas XI. Hasil observasi menunjukkan peningkatan signifikan, dengan skor minat belajar 80,13% dan kemampuan pemecahan masalah meningkat dari 45,6% menjadi 80,6%. Jika dibandingkan dengan penelitian Saya yang menggunakan PhET sebagai media, meskipun kedua penelitian ini mengaplikasikan model PBL, PhET menawarkan pengalaman yang lebih interaktif. Keduanya menunjukkan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan minat dan kemampuan siswa dalam pembelajaran, baik di bidang matematika maupun sains.

Kemudian temuan penelitian ini konsisten dengan penelitian (Ilham ., 2024) yang menunjukkan bagaimana penggunaan pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah, ditambah dengan media Simulasi PhET, sangat meningkatkan keterlibatan siswa dan hasil belajar matematika. Penelitian ini meneliti anak-anak sekolah dasar kelas 4, yang menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan PhET mencapai skor post-test rata-rata 87,21, secara signifikan melampaui skor kelas kontrol sebesar 55,15. Kelas eksperimen menunjukkan peningkatan substansial dalam keterlibatan siswa, dengan skor rata-rata 85,79, dibandingkan dengan 46,35 di kelas kontrol. Hasil penelitian ini menguatkan temuan penelitian saat ini, yang menunjukkan bahwa

penggunaan media PhET dalam pembelajaran berbasis masalah mendorong pengalaman belajar yang lebih menarik, visual, dan bermakna bagi siswa, terutama dalam hal memahami konsep pecahan yang sebelumnya sulit dan abstrak.

Penggunaan simulasi PhET dalam eksperimen virtual telah terbukti meningkatkan hasil belajar kognitif siswa (Martanti ., 2021). Siswa di kelas eksperimen yang menggunakan media PhET dalam penelitian ini memiliki skor rata-rata yang 5,278 poin lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional.

Model Problem-Based Learning (PBL) menekankan pembelajaran aktif, kolaboratif, dan kontekstual yang mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Integrasi media simulasi interaktif seperti PhET memperkuat aspek ini dengan menyediakan visualisasi langsung dari konsep abstrak, memungkinkan siswa untuk menghubungkan representasi simbolik dengan fenomena konkret. Dalam konteks pembelajaran pecahan, PhET mendukung pemahaman spasial dan konseptual melalui representasi grafis dan manipulatif virtual, mempercepat pemaknaan (*meaning-making*) dan mengurangi miskonsepsi. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam lingkungan berbasis masalah memungkinkan pembelajaran bersifat multisensori dan konstruktivistik. Hasil penelitian ini menguatkan kesimpulan penelitian bahwa penggunaan media PhET untuk mengajar matematika, khususnya pecahan, membuat pembelajaran lebih menarik dan bermakna bagi siswa sekolah dasar.

Akibatnya, kemampuan matematika siswa dalam pecahan terbukti meningkat melalui Pembelajaran Berbasis Masalah menggunakan Media Simulasi PhET. Pendekatan ini menawarkan pengalaman belajar yang dinamis, berfokus pada solusi, dan menarik yang ideal untuk digunakan di sekolah dasar.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) berbantuan media simulasi PhET efektif dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa kelas III SD, khususnya pada materi pecahan. Efektivitas ini dibuktikan dengan adanya perbedaan signifikan antara skor pre-test dan post-test yang diperoleh siswa, sebagaimana hasil uji-t sampel berpasangan menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Selain itu, analisis N-Gain menunjukkan bahwa 55% siswa berada pada kategori peningkatan sedang dan 35% pada kategori tinggi, tanpa adanya siswa yang mengalami penurunan hasil belajar. Temuan ini menjawab secara langsung rumusan masalah dan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui pengaruh dan sejauh mana peningkatan hasil belajar matematika siswa melalui penerapan model PBL berbantuan PhET. Lebih lanjut, integrasi media simulasi interaktif seperti PhET dalam pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, visual, dan bermakna, sehingga mempermudah siswa memahami konsep pecahan yang bersifat abstrak.

SARAN

Berdasarkan hasil dan simpulan penelitian, disarankan kepada guru dan praktisi pendidikan untuk mengimplementasikan model pembelajaran Problem-Based Learning berbantuan media simulasi PhET dalam pembelajaran matematika, khususnya untuk materi-materi yang memerlukan visualisasi konkret seperti pecahan, volume, dan geometri. Penggunaan LKPD yang dirancang berbasis PBL dengan dukungan simulasi interaktif juga direkomendasikan untuk memandu aktivitas belajar siswa secara lebih terstruktur. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar mengeksplorasi dampak jangka panjang dari penerapan model ini terhadap aspek non-kognitif siswa seperti motivasi belajar, keterampilan kerja sama, dan kreativitas. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga dapat membandingkan efektivitas pendekatan PBL berbantuan PhET dengan media digital lainnya, seperti pembelajaran berbasis Augmented Reality atau game edukatif, serta diterapkan pada jenjang kelas atau latar sekolah yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Almada, Y. A., Puspita, D., Susilo, A., Sejarah, P., & Learning, H. (2024). *PENERAPAN TEKNOLOGI DAN MEDIA PEMBELAJARAN SEJARAH BERBASIS*. 4(2), 67–72.
- Aprijal, Alfian, & Syarifudin. (2020). 319235-Pengaruh-Minat-Belajar-Siswa-Terhadap-Ha-F39D0B71. *Mitra PGMI*, 6(1), 76–91. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/319235-pengaruh-minat-belajar-siswa-terhadap-ha-f39d0b71.pdf>
- Astuti, A., Oktaviana, D., & Firdaus, M. (2022). Pengaruh media pembelajaran quizizz terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis dan kemandirian belajar pada siswa SMP. *Media Pendidikan Matematika*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.33394/mpm.v10i1.5039>
- Brydges, C. R. (2019). Effect Size Guidelines, Sample Size Calculations, and Statistical Power in Gerontology. *Innovation in Aging*, 3(4), 1–8. <https://doi.org/10.1093/geroni/igz036>
- Guru, P., Dasar, S., Pendidikan, F. I., Surabaya, U. N., Guru, P., Dasar, S., ... Surabaya, U. N. (2020). *PENGEMBANGAN MEDIA “ TRAVEL GAME ” PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA OPERASI PERKALIAN DAN PEMBAGIAN BILANGAN PECAHAN SEKOLAH DASAR* Silvi Ananda Pratami Wiryanto *Abstrak*. (2017), 764–774.
- Indriani, K. W. ade. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Matematis Siswa Pada Materi Bangun Datar Melalui Model Pembelajaran Proyek Terintegrasi Stem. *Media Pendidikan Matematika*, 8(1), 51. <https://doi.org/10.33394/mpm.v8i1.2462>
- Kasmantoro, H., Patonah, S., & Maryati, M. (2024). Efektivitas Model Problem Based Learning terhadap Peningkatan Hasil Belajar Matematika Materi Pecahan Fase A. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(1), 24–31. <https://doi.org/10.24176/anargya.v7i1.12343>
- Khakim, N., Mela Santi, N., Bahrul U S, A., Putri, E., & Fauzi, A. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Motivasi

- Belajar PPKn Di SMP YAKPI 1 DKI Jaya. *Jurnal Citizenship Virtues*, 2(2), 347–358. <https://doi.org/10.37640/jcv.v2i2.1506>
- Lastri, F., Nissa, I. C., & Yuliyanti, S. (2023). Model Problem Based Learning dengan Media Power Point untuk Meningkatkan Minat dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *Media Pendidikan Matematika*, 11(1), 86. <https://doi.org/10.33394/mpm.v11i1.8221>
- Lestari, R., Darmo, D., & Nur, A. S. (2024). Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Model PBL Berbantuan Liveworksheet pada Materi Matriks. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1674–1685. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3228>
- Martanti, N., Malika, E. R., & Setyaningsih, A. (2021). Pengaruh Metode Pembelajaran Eksperimen Virtual Menggunakan PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *JURNAL KONSTELASI : Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 1(1), 83–92. Retrieved from <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v1i1.4315>
- Munthe, L. S., & Pasaribu, L. H. (2023). Pengaruh Minat dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Prestasi Belajar Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1321–1331. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2087>
- Novita, N., S, I. T. A., & Fatmi, N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL dengan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Journal on Education*, 5(3), 6092–6100. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1375>
- Riset, J., Pendidikan, H., Muh, Husniati, A., & Muzaini, M. (2024). *Kognitif*. 4(December), 1502–1518.
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Suradi, R. R., Asmar, A., & Yerizon, Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis SMP Kelas VII. *Media Pendidikan Matematika*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.33394/mpm.v9i1.3541>
- Winanda, D. R., Jumri, R., & Ramadianti, W. (2024). Penggunaan Media Pecahan Untuk Pembelajaran Matematika Menyenangkan Kelas V SDN 65 Kota Bengkulu. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(3), 553–558.