



<https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2041>

Implikasi Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media Phet Simulations terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Siswa

Muh Ilham, Andi Husniati , Muhammad Muzaini 

How to cite : Ilham, M., Husniati, A., & Muzaini, M. (2024). Implikasi Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media Phet Simulations terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(4), 1502 - 1518. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2041>

To link to this article : <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2041>



Opened Access Article



Published Online on 09 December 2024



Submit your paper to this journal



Implikasi Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media *PhET Simulations* terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Siswa

Muh Ilham¹, Andi Husniati² , Muhammad Muzaini^{3*}

¹Program Magister Pendidikan Dasar, Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Makassar

^{2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Makassar

Article Info

Article history:

Received Aug 28, 2024

Accepted Sep 19, 2024

Published Online Dec 09, 2024

Keywords:

PBL (PBL)

PhET Simulation

Aktivitas Belajar

Hasil Belajar

Matematika

ABSTRAK

Salah satu inovasi yang dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa adalah melalui penerapan model PBL berbantuan *PhET Simulations*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh model pembelajaran PBL (PBL) berbantuan media *PhET Simulations* terhadap aktivitas dan hasil belajar matematika siswa. Metode dengan pendekatan quasi-eksperimen digunakan untuk menjawab rumusan permasalahan dengan sampel siswa kelas kelas IV di UPTD SDN 29 Marana. Data dikumpulkan melalui lembar observasi, tes hasil belajar, dan dokumentasi. Selanjutnya, kami melakukan analisis secara kuantitatif dengan menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Hasil analisis data statistik deskriptif menunjukkan bahwa skor rata-rata aktivitas belajar matematika untuk kelas eksperimen adalah 85,69 dan untuk kelas kontrol adalah 46,35, skor rata-rata hasil belajar siswa untuk kelas eksperimen 86,79 dan untuk kelas kontrol 46,35. Sedangkan hasil analisis data statistik inferensial menunjukkan bahwa nilai sig. pada aktivitas belajar siswa adalah $0,000 < 0,05$ dengan nilai t-hitung $> t$ -tabel yaitu $76,016 > 1,667$. Nilai sig. pada hasil belajar siswa adalah $0,000 < 0,05$ dengan nilai t-hitung $18,390 > 1,667$. Uji manova menunjukkan nilai sig. $0,000 < 0,05$. Artinya bahwa ada pengaruh penerapan model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap aktivitas dan hasil belajar matematika siswa.



This is an open access under the CC-BY-SA licence



Corresponding Author:

Muhammad Muzaini,

Program Studi Pendidikan Matematika,

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Muhammadiyah Makassar

Jl. Sultan Alauddin No.259, Gn. Sari, Kec. Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90221

Email: muhammadmuzaini@unismuh.ac.id

Pendahuluan

Matematika adalah salah satu disiplin ilmu yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir dan berargumentasi, memberikan kontribusi dalam penyelesaian masalah sehari-hari serta menjadi ilmu dasar dalam mempelajari ilmu-ilmu yang lain (Verschaffel et al., 2020). Selain itu, matematika sangat perlu diajarkan kepada siswa khususnya di sekolah dasar agar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, logis, dan sistematis (Hakim & Windayana, 2016; Lambertus, 2009). Matematika adalah suatu bidang ilmu yang melatih penalaran supaya berfikir logis dan sistematis dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan (Aprilia, 2021; Nurfadilah, 2019; Syafrudin, 2021). Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang diajarkan mulai dari setiap jenjang pendidikan, memegang peranan penting karena matematika merupakan sarana untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan rasional (Janah et al., 2019; Musrikah, 2018). Selain itu matematika juga merupakan ilmu dasar untuk mempelajari bidang ilmu yang lainnya (Razali & Khalid, 2021). Oleh karena itu, matematika adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang perhitungan, pengkajian dan penggunaan nalar atau kemampuan berpikir seseorang secara logika.

Berdasarkan tahapan perkembangan kognitif yang dikemukakan Piaget siswa sekolah dasar dengan rentang usia 7 sampai 11 tahun, berada pada tahap operasional konkrit (Nga et al., 2023; Norton & D'Ambrosio, 2008; Wagner, 2010). Siswa pada tahap ini sudah mampu menggunakan penalaran logika, tetapi terbatas pada situasi konkret (Kang & Liu, 2018). Oleh karena itu, untuk menanamkan pengetahuan konsep dan prosedural, sangat penting untuk memahami karakteristik peserta didik (Presmeg, 2016). Di sekolah dasar, siswa dalam satu kelas memiliki karakteristik yang beragam, termasuk kemampuan kognitif, kondisi sosial ekonomi, dan minat belajar terhadap matematika (Beswick & Goos, 2018). Berdasarkan teori Piaget, anak-anak pada tingkat sekolah dasar masih berada pada tahap operasional konkret.

Hal ini sejalan dengan hasil observasi awal di beberapa sekolah yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih konvensional yang didominasi oleh metode ceramah. Dalam pembelajaran matematika mengenai konsep operasi hitung bilangan, guru menjelaskan dan memberikan pemahaman cara menambah dan mengurangi bilangan pada garis bilangan. Namun, guru kurang memberikan contoh-contoh yang relevan untuk memperkuat pemahaman konsep tersebut, sehingga mempengaruhi pencapaian hasil belajar siswa. Ditemukan pula bahwa aktivitas belajar siswa masih kurang. Permasalahan ini terlihat dalam proses pembelajaran matematika, di mana sebagian siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep operasi hitung bilangan. Hal ini disebabkan oleh metode pengajaran yang kurang bervariasi dari guru, yang mengakibatkan siswa malas untuk bertanya dan kurang aktif dalam proses belajar. Salah satu penyebabnya adalah cara guru mengajar yang masih konvensional dengan ceramah dan pemberian contoh yang relevan masih kurang. Akibatnya, dalam proses tersebut siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi matematika.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi aktivitas belajar dengan guru, ditemukan bahwa minat siswa terhadap pembelajaran matematika, terutama pada materi penjumlahan dan pengurangan dengan garis bilangan, sangat rendah. Rendahnya minat ini tercermin dalam aktivitas belajar siswa yang berada pada kategori rendah, dengan hanya 45% dari siswa yang menunjukkan partisipasi aktif selama pembelajaran. Aktivitas belajar yang rendah ini berdampak langsung pada hasil belajar siswa, di mana hanya 11% dari mereka yang berhasil mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM). Dengan demikian, sebanyak 89% siswa memiliki hasil belajar yang masih berada dalam kategori rendah, menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memperbaiki metode pembelajaran agar dapat meningkatkan minat dan hasil belajar matematika di kelas tersebut. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi penyebab dan solusi dari kesulitan ini dalam proses pembelajaran matematika.

Kami menyadari tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran konvensional di tingkat sekolah dasar, di mana sering kali terdapat kurangnya aktivitas dan keterlibatan siswa. Mengingat permasalahan ini, diperlukan solusi untuk mengatasi kendala tersebut dengan menghadirkan model pembelajaran yang sesuai dengan materi yang dipelajari guna meningkatkan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merespon kebutuhan akan inovasi dalam pembelajaran dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL). Model ini dipilih karena menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, menekankan kemampuan pemecahan masalah, mendorong berpikir kritis, serta mendukung siswa untuk belajar mandiri. PBL adalah pendekatan yang berpusat pada siswa yang menstimulus siswa untuk membangun lingkungan belajar yang diawali dengan permasalahan penting dan relevan sehingga memperoleh pengalaman belajar yang lebih nyata (Callingham & Siemon, 2021; Sormunen et al., 2020; Wu et al., 2012). Dengan adanya model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan akan membantu siswa untuk mempermudah memahami materi yang dipelajarinya. Dalam hal ini, PBL dipandang sebagai pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan memulai proses belajar dari masalah penting dan relevan. Model ini membantu siswa membangun pengalaman belajar yang lebih nyata dan sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga mempermudah pemahaman materi.

Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu guru dalam menjelaskan konsep matematika abstrak dan dapat menarik minat belajar siswa dalam mengikuti proses pembelajaran adalah media *Physics Education Technology (PhET)*. Media PhET dipilih untuk mengatasi kesulitan dalam pembelajaran matematika karena menyediakan simulasi interaktif yang membantu siswa memahami konsep penjumlahan dan pengurangan melalui visualisasi yang jelas (van Dijke-Droogers et al., 2021; Wilkie, 2021). Media ini memungkinkan siswa belajar secara mandiri dan eksploratif, mencoba berbagai contoh, dan melihat hasilnya secara langsung, yang mendorong rasa ingin tahu dan pemahaman yang lebih mendalam. Fitur interaktif dan menyenangkan dari *PhET* meningkatkan minat dan semangat belajar siswa, serta menawarkan pendekatan inovatif dan efektif menggunakan garis bilangan untuk pembelajaran yang lebih menarik, mandiri, dan kolaboratif.

PhET colorado adalah suatu *web online* yang menyediakan video materi dan game yang aman, menarik dan cepat untuk diakses sehingga siswa dapat melihat materi/penjelasan dalam animasi serta menjawab soal/pertanyaan dengan game yang dapat mendukung kelancaran serta pemahaman konsep pecahan yang dianggap penting. Simulasi *PhET* merupakan media simulasi yang menyediakan berbagai simulasi ilmiah yang dapat digunakan sebagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan sebelumnya. *PhET Simulations* dapat membantu visualisasi konsep matematika secara konkret. Dalam media ini dapat menampilkan suatu materi yang bersifat abstrak dan dapat dijelaskan dengan jelas oleh media ini sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi tersebut. Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan bahwa diperlukan suatu model PBL berbantuan *PhET Simulations*, diharapkan dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar matematika siswa dalam mengatasi kesulitan dalam proses pembelajaran. Adapun rumusan permasalahan dalam penelitian ini mengukur tentang:

1. Apakah ada pengaruh model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap aktivitas belajar matematika siswa kelas IV UPTD SDN 29 Marana?
2. Apakah ada pengaruh model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV UPTD SDN 29 Marana?
3. Apakah terdapat pengaruh model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa kelas IV UPTD SDN 29 Marana?

Hasil penelitian ini memberikan implikasi pada pengembangan teori pendidikan dengan memperkaya literatur mengenai efektivitas model PBL dan media *PhET Simulations* dalam pembelajaran matematika, serta menyediakan dasar untuk studi lebih lanjut dalam bidang ini. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat meningkatkan pemahaman tentang metodologi penelitian dalam pendidikan matematika. Selain itu, temuan penelitian ini memberikan rekomendasi yang bermanfaat bagi guru dalam menerapkan model PBL dan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa. Penelitian ini juga menunjukkan bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran, serta memberikan wawasan bagi pengembangan kurikulum dan strategi pengajaran di sekolah dasar.

Metode

Jenis Penelitian

Peneliti menggunakan jenis penelitian *quasi eksperimental* dengan desain *nonequivalent control group design*. Desain penelitian quasi eksperimen berupaya mengungkap hubungan sebab akibat dengan cara melibatkan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen tetapi pemilihan kedua kelompok tersebut tidak dilakukan secara acak. Kedua kelompok tersebut ada secara alami. Desain penelitian jenis ini dapat digambarkan pada [Tabel 1](#)

Tabel 1. Desain *Nonequivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	Y ₁	X ₁	Y ₂
Kontrol	Y ₃	X ₂	Y ₄

Keterangan:

Y₁ : *Pretest* pada kelas eksperimen

Y₂ : *Posttest* pada kelas eksperimen

X₁ : Perlakuan berupa penerapan model pembelajaran PBL Berbantuan Media *PhET Simulations*

X₂ : Perlakuan berupa penerapan model pembelajaran PBL Tanpa Berbantuan Media *PhET Simulations* sebagai pendukungnya

Y₃ : *Pretest* pada kelas control

Y₄ : *Posttest* pada kelas control

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas IV di UPTD SDN 29 Marana semester ganjil pada tahun ajaran 2024 dengan jumlah siswa 72. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada [Tabel 2](#)

Tabel 2. Jumlah Siswa Kelasa IV SDN 29 Marana

No	Kelas	Jenis Kelamin		Jumlah
		Laki-Laki	Perempuan	
1.	IV A	20	14	34
2.	IV B	19	19	38
Jumlah		39	33	72

Selanjutnya, kami mengambil sampel dari seluruh siswa kelas IV A dan IV B UPTD SDN 29 Marana yang berjumlah 72 orang. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini

yaitu *Sampling Jenuh*. Teknik ini dipilih karena semua anggota populasi digunakan sebagai sampel.

Validitas dan Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berasal dari hasil pengamatan observasi, tes dan dokumentasi. Penggunaan observasi dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang aktivitas siswa selama proses pembelajaran dengan Model PBL berbantuan Media *PhET Simulations*. Selanjutnya, tes yang digunakan untuk mengukur pencapaian maupun kompetensi seseorang setelah mempelajari sesuatu. Tes diberikan sesudah orang yang dimaksud mempelajari sesuatu hal sesuai dengan yang akan diteskan. Terakhir, kami mengumpulkan data dokumentasi untuk menghimpun nama siswa termasuk dalam kelompok sampel, data hasil belajar, foto selama penelitian dan dokumentasi pendukung lainnya. Validasi instrumen dalam penelitian ini menggunakan uji validitas *grogery*. Uji validitas *grogery* digunakan untuk melihat kevalidan suatu instrumen penelitian secara keseluruhan.

Tabel 3. Hasil Validasi Instrumen

No	Instrumen	Skor Validitas	Kategori
1	Modul Ajar	1	Sangat Tinggi
2	Lembar Observasi Hasil Belajar	1	Sangat Tinggi
3	Kisi-Kisi dan Tes	1	Sangat Tinggi

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa seluruh item instrumen yang terdiri dari modul ajar, lembar observasi aktivitas belajar dan kisi-kisi tes model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET Simulation* skor validitasnya 1 yang berarti bahwa berada pada kategori sangat tinggi. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa seluruh item instrumen pada penelitian ini layak untuk digunakan.

Analisis Data

Penelitian ini melibatkan dua analisis data. *Pertama*, analisis secara deskriptif ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisis Deskriptif

No	Analisis	Deskripsi
1	Validasi instrumen	Instrumen yang dimaksud adalah modul ajar, lembar observasi aktivitas belajar dan tes hasil belajar. Validitas isi ini dihitung dengan menggunakan uji validitas <i>grogery</i> .
2	Lembar Observasi Aktivitas Belajar Siswa	Angket motivasi belajar pada penelitian ini didesain berdasarkan skala model Likert
3	Tes Hasil Belajar Siswa	Data yang diperoleh dari hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> dianalisis untuk mengetahui skor murid sebelum dan setelah diberikannya suatu perlakuan yang mana datanya diolah menggunakan bantuan software statistik

Kedua, Analisis data statistik inferensial digunakan untuk menguji hipotesis penelitian dengan menggunakan uji-t.. Sebelum uji hipotesis, maka harus dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. *Pertama*, uji normalitas berdasarkan pada uji *Shapiro Wilk*. *Kedua*, uji homogenitas menggunakan *Uji Barlett*. *Ketiga*, Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah hipotesis yang diajukan dapat diterima atau ditolak. Adapun hipotesis penelitian ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hipotesis Penelitian

Aspek	Hipotesis
Aktivitas Belajar	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Vs $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ H_0 : Tidak ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap aktivitas belajar matematika siswa H_1 : Ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap aktivitas belajar matematika siswa Keterangan : μ_1 : Parameter aktivitas belajar siswa yang diajar di kelas eksperimen μ_2 : Parameter aktivitas belajar siswa yang diajar di kelas kontrol
Hasil Belajar	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Vs $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ H_0 : Tidak ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap hasil belajar matematika siswa H_1 : Ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap hasil belajar matematika siswa Keterangan μ_1 : Parameter hasil belajar siswa yang diajar di kelas eksperimen μ_2 : Parameter hasil belajar siswa yang diajar di kelas kontrol
Aktivitas dan Hasil Belajar	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Vs $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ H_0 : Tidak ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap aktivitas belajar dan hasil belajar matematika siswa H_1 : Ada pengaruh model PBL berbantuan media <i>PhET Simulations</i> terhadap aktivitas belajar dan hasil belajar matematika siswa μ_1 : Parameter aktivitas dan hasil belajar siswa yang diajar di kelas eksperimen μ_2 : Parameter aktivitas dan hasil belajar siswa yang diajar di kelas kontrol

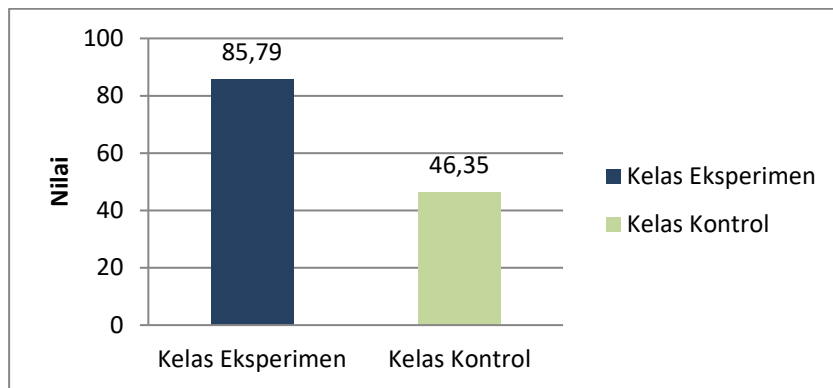
Hasil Penelitian

Deskripsi Hasil Lembar Observasi Aktivitas Belajar Siswa

Lembar observasi aktivitas belajar matematika siswa dilakukan untuk melihat tingkat aktivitas belajar matematika siswa setelah diberikannya suatu perlakuan dengan penerapan model PBL berbantuan media *PhET sumlations* pada kelas eksperimen dan penerapan model PBL tanpa berbantuan media *PhET sumlations* sebagai pendukungnya pada kelas kontrol. Hasil observasi tersebut kemudian dikumpulkan, diperiksa, dan dianalisis oleh peneliti. Hasil statistik aktivitas belajar matematika siswa sebelum diberikan perlakuan baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada [Tabel 6](#) dan [Gambar 1](#)

Tabel 6. Statistik Deskriptif Aktivitas Belajar Matematika Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

	Nilai Statistik	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Banyaknya Sampel	38	34
Nilai Tertinggi	90	50
Nilai Terendah	80	42
Skor Rata-rata	85.79	46.35



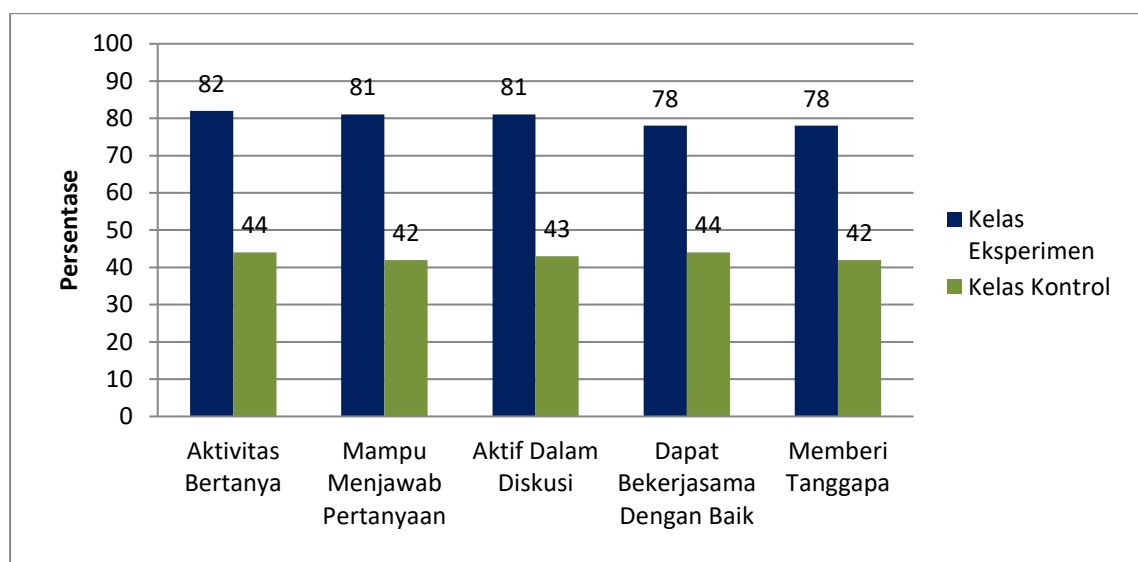
Gambar 1. Grafik Perbandingan Skor Rata-rata Aktivitas Belajar Matematika Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Aktivitas belajar siswa setelah menerapkan model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET simulations* diukur menggunakan lembar observasi yang telah divalidasi. Aktivitas belajar siswa yang diukur dalam penelitian ini antara lain aktivitas bertanya, mampu menjawab pertanyaan, aktif dalam diskusi, dapat bekerja sama dengan baik, dan memberi tanggapan. **Tabel 7** menunjukkan hasil observasi aktivitas belajar siswa tiap indikator setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol:

Tabel 7. Perolehan Skor Tiap Indikator Aktivitas Belajar Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

No.	Indikator Aktivitas Belajar Siswa	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1.	Aktivitas Bertanya	85	47
2.	Mampu Menjawab Pertanyaan	86	47
3.	Aktif dalam diskusi	88	46
4.	Dapat bekerjasama dengan baik	86	47
5.	Memberi tanggapan	83	44
	Skor	428	231
	Rata-Rata	86	46

Tabel 7 menguraikan skor setiap indikator aktivitas belajar matematika siswa yang diperoleh kedua kelas setelah diberikannya suatu perlakuan. Pada kelas eksperimen indikator aktivitas bertanya memperoleh skor 85, indikator mampu menjawab pertanyaan memperoleh skor 86, indikator aktif dalam diskusi memperoleh skor 88, indikator dapat bekerjasama dengan baik memperoleh skor 86 dan indikator memberi tanggapan memperoleh skor yang sama yaitu 83. Sedangkan, pada kelas kontrol indikator aktivitas bertanya memperoleh skor 47, indikator mampu menjawab pertanyaan memperoleh skor 47, indikator aktif dalam diskusi memperoleh skor 46, indikator dapat bekerjasama dengan baik memperoleh skor 47, dan indikator memberi tanggapan memperoleh skor 44. Skor rata-rata yang diperoleh pada keseluruhan indikator untuk kelas eksperimen 86 lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol sama yang hanya memperoleh skor rata-rata 46. Berikut grafik perbandingan tiap indikator aktivitas hasil belajar sebelum diberikan perlakuan:



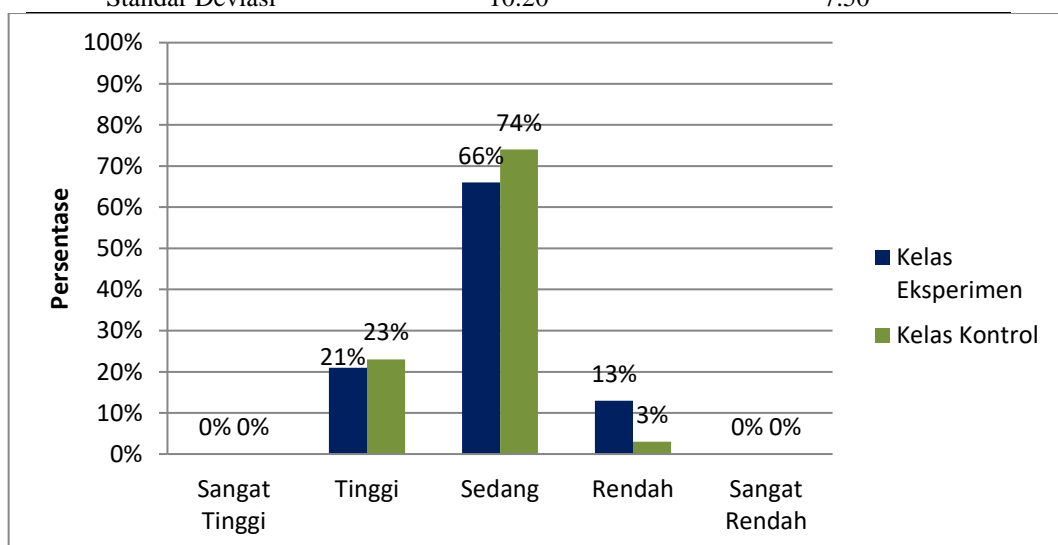
Gambar 2. Grafik Perbandingan Tiap Indikator Aktivitas Belajar Matematika Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Deskripsi Hasil Belajar Matematika Siswa

Pretest diberikan kepada siswa pada pertemuan pertama untuk melihat kemampuan awal hasil belajar matematika siswa. Hasil *pretest* tersebut kemudian dikumpulkan, diperiksa, dan dianalisis oleh peneliti. Hasil statistik hasil belajar siswa pada pelaksanaan *pretest* baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada [Tabel 8](#) dan [Gambar 3](#)

Tabel 8. Statistik Deskriptif Hasil Belajar Matematika Siswa pada Pelaksanaan *Pretest*

Statistik Deskriptif	Nilai Statistik	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Banyaknya Sampel	38	34
Nilai Tertinggi	68	68
Nilai Terendah	32	36
Skor Ideal	100	100
Rentang Skor	36	32
Skor Rata-rata	51.95	55.56
Standar Deviasi	10.20	7.50

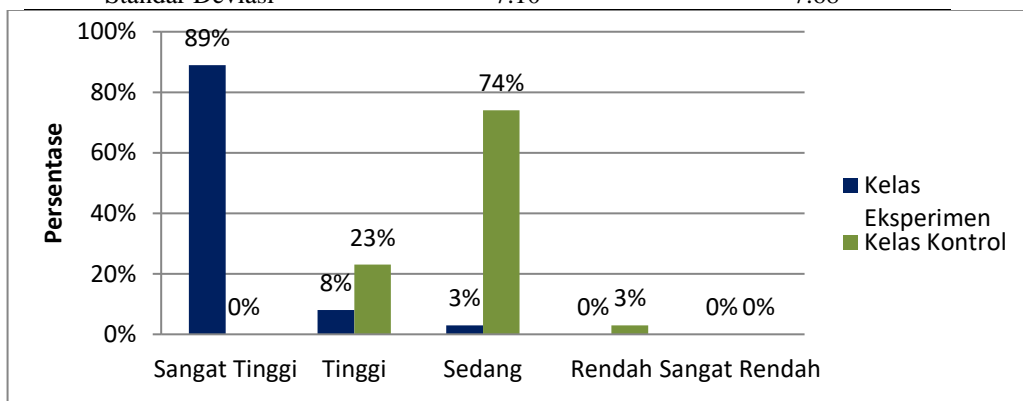


Gambar 3. Grafik Perbandingan Persentase Hasil Belajar Matematika Siswa pada Pelaksanaan *Pretest*

Posttest diberikan kepada siswa pada pertemuan ketujuh untuk melihat hasil belajar matematika siswa setelah diberikannya suatu perlakuan, yaitu untuk kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET simulations*, sedangkan untuk kelas kontrol diberikan perlakuan berupa penerapan model pembelajaran PBL tanpa berbantuan media *PhET simulations* sebagai pendukungnya. Hasil *posttest* tersebut kemudian dikumpulkan, diperiksa, dan dianalisis oleh peneliti. Hasil statistik hasil belajar matematika siswa pada pelaksanaan *posttest* baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada **Tabel 9** dan **Gambar 4**

Tabel 9. Statistik Deskriptif Hasil Belajar Matematika Siswa pada Pelaksanaan *Posttest*

Statistik Deskriptif	Nilai Statistik	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Banyaknya Sampel	38	34
Nilai Tertinggi	100	68
Nilai Terendah	68	36
Skor Ideal	100	100
Rentang Skor	32	32
Skor Rata-rata	87.21	55.15
Standar Deviasi	7.10	7.68



Gambar 4. Grafik Perbandingan Persentase Hasil Belajar Matematika Siswa pada Pelaksanaan *Posttest*

Pengujian Prasyarat

Analisis data hasil angket motivasi dan tes kemampuan pemecahan masalah siswa menggunakan program statistik untuk mengolahnya. Sebelum uji hipotesis, maka harus dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu. *Pertama*, Uji normalitas merupakan langkah awal dalam menganalisis data secara spesifik. Pengujian dengan SPSS dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05. Jika $P_{value} \geq 0,05$ maka distribusinya normal sedangkan Jika $P_{value} < 0,05$ maka distribusinya tidak normal. **Tabel 10** menunjukkan output hasil uji normalitas pada penelitian ini:

Tabel 10. Hasil Uji Normalitas

Item	Sig.
Aktivitas Belajar Matematika Kelas Eksperimen	0.262
Aktivitas Belajar Matematika Kelas Kontrol	0.156
Pretest Hasil Belajar Matematika Kelas Eksperimen	0.129
Pretest Hasil Belajar Matematika Kelas Kontrol	0.124
Posttest Hasil Belajar Matematika Kelas Eksperimen	0.135
Posttest Hasil Belajar Matematika Kelas Kontrol	0.074

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua data diatas berdistribusi normal.

Kedua, uji homogenitas adalah pengujian mengenai sama tidaknya variansi-variansi dua buah distribusi atau lebih. Pengujian homogenitas menggunakan *Uji Barlett* dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05. Jika $P_{\text{value}} \geq 0,05$ maka distribusinya homogen sedangkan Jika $P_{\text{value}} < 0,05$ maka distribusinya tidak homogen. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada [Tabel 11](#).

Tabel 11. Hasil Uji Homogenitas

Item	Sig.
Aktivitas Belajar Matematika	0.665
Pretest Hasil Belajar Matematika	0.077
Posttest Hasil Belajar Matematika	0.650

Berdasarkan data tabel, menunjukkan bahwa data berdistribusi homogen.

Pengujian Hipotesis 1: Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Aktivitas Belajar Matematika Siswa

Uji hipotesis yang digunakan adalah *Independent Sample t-test* yang merupakan uji beda rata-rata dua sampel yang tidak berpasangan atau tidak sama serta tidak mendapatkan perlakuan yang sama pula. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET simulations* terhadap aktivitas belajar matematika siswa. Kriteria pengambilan keputusannya adalah Jika Sig. $> 0,05$ dan nilai t-hitung $< t$ -tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sedangkan jika Sig. $< 0,05$ dan nilai t-hitung $> t$ -tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. [Tabel 12](#) menunjukkan hasil uji pengujiannya:

Tabel 12. Hasil Uji *Independent Sample t-test* Data Hasil Aktivitas Belajar Matematika Siswa

		F	Sig.	T	Df
Aktivitas_Belajar	Equal variances assumed	0,189	0,000	76.016	70
	Equal variances not assumed			76.675	69.879

[Tabel 12](#) menunjukkan bahwa nilai sig. pada aktivitas hasil belajar matematika siswa adalah 0,000 dan nilai t-hitungnya adalah 76,016. Jika dilihat dari hasil uji hipotesis pada aktivitas belajar matematika dapat diketahui bahwa $0,000 < 0,05$ dan jika merujuk pada t-tabel dengan $df = 70$, maka dapat diketahui bahwa $76,016 > 1,667$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa ada pengaruh model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap aktivitas belajar matematika siswa

Pengujian Hipotesis 2: Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa

Uji hipotesis yang digunakan adalah *Independent Sample t-test* yang merupakan uji beda rata-rata dua sampel yang tidak berpasangan atau tidak sama serta tidak mendapatkan perlakuan yang sama pula. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran PBL berbantuan media *PhET simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa. Kriteria pengambilan keputusannya adalah Jika Sig. $\geq 0,05$ dan nilai t-hitung $< t$ -tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sedangkan jika Sig. $< 0,05$ dan nilai t-hitung $> t$ -tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. [Tabel 13](#) menunjukkan hasil pengujiannya:

Tabel 13. Hasil Uji *Independent Sample t-test* Data Hasil Belajar Matematika Siswa
Independent Samples t-test

		F	Sig.	T	Df
Hasil_Belajar	Equal variances assumed	2.208	0,000	18.390	70
	Equal variances not assumed			18.307	67.512

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai sig. pada hasil belajar matematika siswa adalah 0,000 dan nilai t-hitungnya adalah 18,390. Jika dilihat dari hasil uji hipotesis pada hasil belajar dapat diketahui bahwa $0,000 < 0,05$ dan jika merujuk pada t-tabel dengan $df = 70$ maka dapat diketahui bahwa $18,390 > 1,667$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa ada pengaruh model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV UPTD SDN 29 Marana.

Pengujian Hipotesis 3: Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Dan Aktivitas Belajar Matematika Siswa

Uji hipotesis yang digunakan adalah uji manova (*Multivariate Analysis of Variance*) yang merupakan uji hipotesis yang digunakan untuk mengukur pengaruh variabel independen (bebas) terhadap beberapa variabel dependen (terikat) secara simultan atau sekaligus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa. Kriteria pengambilan keputusannya adalah Jika $Sig. \geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sedangkan jika $Sig. < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Tabel 14 menunjukkan hasil pengujiannya:

Tabel 14. Hasil Uji Manova
Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Aktivitas_Belajar	27907.920 ^a	1	27907.920	5778.371	.000
	Hasil_Belajar	18448.072 ^b	1	18448.072	338.179	.000
Intercept	Aktivitas_Belajar	313339.031	1	313339.031	64877.248	.000
	Hasil_Belajar	363656.406	1	363656.406	6666.338	.000
Kelas	Aktivitas_Belajar	27907.920	1	27907.920	5778.371	.000
	Hasil_Belajar	18448.072	1	18448.072	338.179	.000
Error	Aktivitas_Belajar	338.080	70	4.830		
	Hasil_Belajar	3818.580	70	54.551		
Total	Aktivitas_Belajar	353064.000	72			
	Hasil_Belajar	396235.000	72			
Corrected Total	Aktivitas_Belajar	28246.000	71			
	Hasil_Belajar	22266.653	71			

Tabel 14 menunjukkan bahwa nilai sig. pada hasil uji manova (*Multivariate Analysis of Variance*) adalah 0,000. Jika dilihat dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa $0,000 < 0,05$,

maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa ada pengaruh model PBL berbantuan media *PhET simulations* terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa

Diskusi

Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Aktivitas Belajar Matematika Siswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PBL dengan bantuan *PhET Simulations* memberikan dampak positif pada aktivitas belajar siswa di kelas eksperimen, dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model PBL tanpa bantuan *PhET Simulations*. Aktivitas belajar siswa yang diukur meliputi kemampuan bertanya, menjawab pertanyaan, keaktifan dalam diskusi, kerjasama yang baik, dan kemampuan memberikan tanggapan. Dalam kelas eksperimen, siswa lebih aktif terlibat dalam pembelajaran, yang tercermin dari meningkatnya frekuensi pertanyaan, keaktifan dalam diskusi, serta kemampuan bekerjasama dan memberikan tanggapan. PBL mendorong siswa untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran, karena mereka dihadapkan pada masalah nyata yang memerlukan pemecahan. Dengan bantuan *PhET Simulations*, siswa dapat memahami konsep matematika secara visual dan interaktif, yang memfasilitasi pemahaman mereka terhadap materi (Hord et al., 2016; Krawec, 2014; Manik et al., 2023). Hal ini membuat siswa lebih tertarik dan termotivasi untuk bertanya serta memberikan tanggapan selama pembelajaran. Selain itu, diskusi kelompok dan kolaborasi yang dihasilkan dalam PBL memperkuat kemampuan mereka dalam bekerja sama dan berbagi ide. Sebaliknya, pada kelas kontrol, tidak ditemukan peningkatan yang signifikan dalam aktivitas belajar tersebut, menunjukkan bahwa penggunaan media *PhET Simulations* sebagai pendukung dalam model PBL dapat memperkaya pengalaman belajar dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Hubungan antara Model PBL dengan media *PhET Simulations* terhadap aktivitas belajar matematika siswa dapat digambarkan melalui peningkatan partisipasi aktif dan pemahaman konsep yang lebih mendalam. PBL sebagai model pembelajaran berbasis masalah mendorong siswa untuk berpikir kritis, bekerja sama dalam kelompok, dan memecahkan masalah nyata (Muhammad et al., 2021). Ketika PBL diterapkan bersama dengan media *PhET Simulations* yang menyediakan simulasi interaktif dan visualisasi konsep-konsep matematika, siswa memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi dan memahami materi dengan cara yang lebih konkret dan menarik.

Media *PhET Simulations* mendukung PBL dengan memberikan representasi visual dari konsep-konsep abstrak yang membantu siswa untuk memvisualisasikan dan memanipulasi variabel-variabel dalam simulasi. Ini memungkinkan siswa untuk menguji hipotesis, melihat dampak dari perubahan variabel, dan memahami hubungan sebab-akibat dengan lebih jelas. Akibatnya, aktivitas belajar seperti bertanya, menjawab pertanyaan, berpartisipasi dalam diskusi, dan kemampuan untuk bekerja sama dalam tim menjadi lebih terstimulasi. Oleh karena itu, integrasi PBL dengan *PhET Simulations* dapat meningkatkan aktivitas belajar matematika siswa, dengan memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam dan keterlibatan yang lebih tinggi dalam proses pembelajaran.

Hal ini didukung oleh teori belajar kognitif, konstruktivis, dan humanis. Menurut teori kognitif, proses belajar melibatkan pemahaman dan pengorganisasian informasi (Xin et al., 2020). Dalam konteks ini, PBL dengan bantuan *PhET Simulations* membantu siswa memahami konsep matematika yang kompleks dengan cara yang lebih jelas melalui simulasi visual dan interaktif. Teori konstruktivis menekankan bahwa siswa membangun pengetahuan mereka melalui pengalaman langsung dan interaksi (Ayalon & Wilkie, 2020). PBL memberikan kesempatan bagi siswa untuk secara aktif mengeksplorasi masalah nyata dan menemukan

solusi, sementara *PhET Simulations* memungkinkan siswa untuk menguji hipotesis dan melihat hasilnya dalam lingkungan virtual yang aman (Maktun et al., 2018). Teori humanis, yang menekankan pentingnya motivasi, keunikan individu, dan pembelajaran yang bermakna, juga relevan di sini. Penggunaan *PhET Simulations* dalam PBL memberikan pengalaman belajar yang menarik dan relevan, memotivasi siswa untuk lebih terlibat dalam proses belajar, dan mendukung perkembangan pribadi siswa dengan menghargai pemikiran kritis dan kreativitas. Kombinasi dari ketiga teori ini menjelaskan mengapa model pembelajaran ini efektif dalam meningkatkan aktivitas dan partisipasi siswa dalam belajar matematika.

Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa

Penggunaan Model PBL yang didukung oleh media *PhET Simulations* memiliki pengaruh positif terhadap hasil belajar matematika siswa pada kelas eksperimen. Siswa yang belajar menggunakan model ini menunjukkan peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan memecahkan masalah dibandingkan dengan mereka yang berada di kelas kontrol. Di kelas eksperimen, *PhET Simulations* membantu memperjelas konsep-konsep abstrak dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Sebaliknya, model PBL yang diterapkan tanpa bantuan media *PhET Simulations* di kelas kontrol tidak menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan. Meskipun model PBL sendiri dapat mendorong pemikiran kritis dan pemecahan masalah, kurangnya dukungan dari media interaktif seperti *PhET Simulations* membuat siswa kurang terlibat dan kurang mampu memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit. Dengan demikian, hasil belajar matematika siswa di kelas kontrol tidak sebaik di kelas eksperimen. Ini menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran interaktif dalam PBL dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan mendukung pencapaian hasil belajar yang lebih baik.

Hubungan antara Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* dengan hasil belajar matematika siswa dapat dilihat dari peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan problem-solving yang lebih baik. PBL mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran dengan menghadapi masalah nyata yang memerlukan pemikiran kritis dan analisis. Ketika PBL dikombinasikan dengan media *PhET Simulations*, siswa memiliki akses ke alat visual dan interaktif yang membantu mereka memahami materi yang abstrak dan kompleks secara lebih konkret dan mendalam. Kombinasi PBL dan *PhET Simulations* menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan mendukung pembelajaran berbasis eksplorasi dan penemuan. Hal ini berkontribusi pada peningkatan hasil belajar matematika siswa, karena mereka tidak hanya menghafal konsep tetapi juga memahaminya secara mendalam dan mampu menerapkannya dalam berbagai situasi. Dengan demikian, integrasi media *PhET Simulations* dalam model PBL memiliki pengaruh positif dengan peningkatan hasil belajar siswa dalam matematika.

Pengaruh Model PBL Berbantuan Media *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Dan Aktivitas Belajar Matematika Siswa

Penggunaan Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa. PBL, sebagai metode yang berfokus pada pemecahan masalah, mendorong siswa untuk berpikir kritis dan berkolaborasi dalam menemukan solusi. Ketika model ini dipadukan dengan *PhET Simulations*, siswa tidak hanya terlibat dalam pemecahan masalah tetapi juga mendapatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Media *PhET Simulations* memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep matematika yang kompleks dan abstrak melalui

simulasi interaktif, yang membantu mereka memahami materi secara lebih konkret dan menyeluruh.

Pengaruh positif ini terlihat dari dua aspek utama yaitu hasil belajar dan aktivitas belajar. Dari segi hasil belajar, siswa yang menggunakan PBL dengan bantuan *PhET Simulations* menunjukkan peningkatan pemahaman konsep, kemampuan analisis, dan keterampilan problem-solving. Mereka lebih mampu menguasai materi dan menerapkan konsep yang dipelajari dalam berbagai situasi. Dari segi aktivitas belajar, siswa menjadi lebih aktif dalam berpartisipasi di kelas, lebih sering mengajukan pertanyaan, terlibat dalam diskusi, dan bekerja sama dengan baik dalam kelompok. Dengan demikian, kombinasi PBL dan *PhET Simulations* tidak hanya meningkatkan prestasi akademik tetapi juga mendorong keterlibatan siswa dalam proses belajar, menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan efektif.

Pengaruh positif dari Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa didukung oleh teori belajar kognitif, konstruktivis, dan humanis. Menurut teori kognitif, proses pembelajaran melibatkan pemahaman dan pengorganisasian informasi dalam otak. PBL dengan bantuan *PhET Simulations* memberikan visualisasi konkret terhadap konsep-konsep abstrak, yang memudahkan siswa dalam mengasimilasi dan mengakomodasi informasi baru, serta menguatkan struktur kognitif mereka. Teori konstruktivis menekankan bahwa siswa membangun pengetahuan mereka melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungannya. PBL mendorong siswa untuk secara aktif mencari dan membangun pengetahuan baru dengan menghadapi masalah nyata. Dengan bantuan *PhET Simulations*, siswa dapat melakukan eksplorasi mandiri melalui simulasi interaktif, yang memperkaya pengalaman belajar mereka dan memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam. Teori humanis, yang berfokus pada perkembangan pribadi dan kebutuhan individu, juga relevan di sini. PBL dengan *PhET Simulations* menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan motivasional, di mana siswa merasa dihargai dan didukung dalam proses belajar mereka. Pendekatan ini mendorong partisipasi aktif, keterlibatan emosional, dan pengembangan keterampilan sosial, seperti kerja sama dan komunikasi. Kombinasi dari ketiga teori ini menjelaskan mengapa penggunaan PBL berbantuan *PhET Simulations* efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan aktivitas belajar siswa, karena metode ini tidak hanya memperkaya pemahaman akademis tetapi juga mendukung perkembangan pribadi dan sosial siswa.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* memiliki pengaruh signifikan terhadap aktivitas belajar matematika. Integrasi *PhET Simulations* dalam PBL memperkaya pengalaman belajar dengan menyediakan visualisasi dan interaksi yang mendalam, yang memfasilitasi pemahaman konsep, meningkatkan keterlibatan siswa, serta mendorong partisipasi aktif dalam diskusi dan kolaborasi. Hal ini menunjukkan bahwa dukungan media interaktif dapat memperbaiki proses pembelajaran dan aktivitas belajar siswa. Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa. Penerapan PBL bersama *PhET Simulations* memperdalam pemahaman konsep dan keterampilan problem-solving siswa, berkontribusi pada peningkatan hasil belajar dibandingkan dengan model PBL tanpa media *PhET Simulation*. Integrasi media interaktif dalam PBL terbukti efektif dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan mendukung pemahaman yang lebih mendalam serta aplikasi materi matematika. Model PBL berbantuan media *PhET Simulations* memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar dan aktivitas belajar matematika siswa. Integrasi *PhET Simulations* dalam PBL membantu siswa memahami materi secara lebih mendalam dan konkret, meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan analisis, dan keterampilan problem-solving. Selain itu, metode ini

mendorong partisipasi aktif, meningkatkan keterlibatan siswa dalam diskusi, dan memperkuat kerja sama dalam kelompok, menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan efektif.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Kontribusi Penulis

M.I. memahami gagasan penelitian yang disajikan dan mengumpulkan data. Penuli lainnya A.H. dan M.M berpartisipasi aktif dalam pengembangan teori, metodologi, pengorganisasian dan analisis data, pembahasan hasil dan persetujuan versi akhir karya. Seluruh penulis menyatakan bahwa versi final makalah ini telah dibaca dan disetujui. Total persentase kontribusi untuk konseptualisasi, penyusunan, dan koreksi makalah ini adalah sebagai berikut: M.I.: 60%, A.H.: 20%, dan M.M.: 20%

Pernyataan Ketersediaan Data

Penulis menyatakan data yang mendukung hasil penelitian ini akan disediakan oleh penulis koresponden, [M.I.], atas permintaan yang wajar.




Referensi

- Aprilia, D. T. (2021). Profil Berpikir Reflektif Siswa dalam Memecahkan Masalah Aljabar Dibedakan dari Tipe Kepribadian Ekstrovert dan Introvert. *Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Ayalon, M., & Wilkie, K. J. (2020). Investigating peer - assessment strategies for mathematics pre - service teacher learning on formative assessment. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10857-020-09465-1>
- Beswick, K., & Goos, M. (2018). Mathematics teacher educator knowledge: What do we know and where to from here? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(5), 417–427. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-9416-4>
- Callingham, R., & Siemon, D. (2021). Connecting multiplicative thinking and mathematical reasoning in the middle years. *Journal of Mathematical Behavior*, 61(December 2020), 100837. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100837>
- Hakim, A. R., & Windayana, H. (2016). Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SD. *EduHumaniora / Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 4(2). <https://doi.org/10.17509/eh.v4i2.2827>
- Hord, C., Tzur, R., Xin, Y. P., Si, L., Kenney, R. H., & Woodward, J. (2016). Overcoming a 4th grader's challenges with working-memory via constructivist-based pedagogy and strategic scaffolds: Tia's solutions to challenging multiplicative tasks. *Journal of Mathematical Behavior*, 44, 13–33. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2016.09.002>
- Janah, S. R., Suyitno, H., & Rosyida, I. (2019). Pentingnya Literasi Matematika dan Berpikir Kritis Matematis dalam Menghadapi Abad ke-21. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2, 905–910.
- Kang, R., & Liu, D. (2018). The Importance of Multiple Representations of Mathematical Problems: Evidence from Chinese Preservice Elementary Teachers' Analysis of a

- Learning Goal. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 125–143. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9760-8>
- Krawec, J. L. (2014). Problem Representation and Mathematical Problem Solving of Students of Varying Math Ability. *Journal of Learning Disabilities*, 47(2), 103–115. <https://doi.org/10.1177/0022219412436976>
- Lambertus. (2009). Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Matematika Di SD. *Forum Pendidikan*, 28(2).
- Maktun, P., Mawardi, & Wardani, K. W. (2018). Penerapan Model Problm Based Learning (Pbl) Untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Dan Hasil Belajar Tema 8 Kelas V. *Prosiding Seminar Nasional Hari Pendidikan Nasional. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Kristen Satya Wacana*, 482–487.
- Manik, F., Zubainur, C. M., & Umam, K. (2023). Kemampuan Penalaran Spasial Siswa melalui Pemberian Scaffolding. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 8(1).
- Muhammad, S., Tawil, M., & Rahman, Y. (2021). Penerapan Model Pembelajaran PBL Dalam Meningkatkan Keaktifan Belajar Peserta Didik. *Jurnal Profesi Kependidikan*, 2(1), 51–56.
- Musrikah, M. (2018). Higher Order Thingking Skill (HOTS) untuk anak sekolah dasar dalam pembelajaran matematika. *Martabat: Jurnal Perempuan Dan Anak*, 2(2). <https://doi.org/10.21274/martabat.2018.2.2.339-360>
- Nga, N. T., Dung, T. M., Trung, L. T. B. T., Nguyen, T. T., Tong, D. H., Van, T. Q., & Uyen, B. P. (2023). The Effectiveness of Teaching Derivatives in Vietnamese High Schools Using APOS Theory and ACE Learning Cycle. *European Journal of Educational Research*, 12(1). <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.507>
- Norton, A., & D'Ambrosio, B. S. (2008). ZPC and ZPD: Zones of teaching and learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(3), 220–246.
- Nurfadilah. (2019). Kemandirian Belajar Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *Prosiding Sesiomadika 2019*, 2(1).
- Presmeg, N. (2016). Commognition as a lens for research. *Educational Studies in Mathematics*, 91, 423–430. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9676-1>
- Razali, N. H., & Khalid, F. B. (2021). Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Mudah Alih dalam Pembelajaran Matematik bagi Pelajar Sekolah Menengah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(6). <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i6.812>
- Sormunen, K., Juuti, K., & Lavonen, J. (2020). Maker-Centered Project-Based Learning in Inclusive Classes: Supporting Students' Active Participation with Teacher-Directed Reflective Discussions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 691–712. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09998-9>
- Syafrudin, A. (2021). Kemampuan Metakognisi Kemampuan Metakognisi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jambi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.714>
- van Dijke-Droogers, M., Drijvers, P., & Bakker, A. (2021). Introducing Statistical Inference: Design of a Theoretically and Empirically Based Learning Trajectory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10208-8>
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: a survey. *ZDM - Mathematics Education*, 52(1). <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>
- Wagner, J. F. (2010). A transfer-in-pieces consideration of the perception of structure in the transfer of learning. *Journal of the Learning Sciences*, 19(4), 443–479. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.505138>
- Wilkie, K. J. (2021). Seeing quadratics in a new light: secondary mathematics pre-service

- teachers' creation of figural growing patterns. *Educational Studies in Mathematics*, 106(1), 91–116. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09997-6>
- Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology*, 3(JUN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162>
- Xin, Y. P., Park, J. Y., Tzur, R., & Si, L. (2020). The impact of a conceptual model-based mathematics computer tutor on multiplicative reasoning and problem-solving of students with learning disabilities. *Journal of Mathematical Behavior*, 58(April 2019), 100762. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100762>

Biografi Penulis

	<p>Muh. Ilham merupakan mahasiswa Program Magister Pendidikan Dasar, Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Makassar. Email: langberkah92@gmail.com</p>	
	<p>Andi Husniati merupakan dosen Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Makassar. Beliau merupakan lulusan doktoral bidang pendidikan matematika di Universitas Negeri Surabaya. Fokus riset terkait dengan <i>Pedagogical Content Knowledge</i>. Email: andihusniati@unismuh.ac.id</p>	
	<p>Muhammad Muzaini merupakan dosen Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Makassar. Beliau merupakan lulusan doktoral bidang pendidikan matematika di Universitas Negeri Surabaya. Fokus riset terkait dengan penalaran kuantitatif. Email: muhammad.muzaini@unismuh.ac.id</p>	