

Deep Learning Berbantuan Simulasi PHET: Dampaknya Terhadap Hasil Belajar Materi Pecahan Siswa Sekolah Dasar

Dina Fadilah^{1,*}, Marhaeni², Musabihatul Kudsiah³, Doni Septu Marsa Ibrahim⁴

*^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Hamzanwadi,
Jl. TGKH. M. Zainuddin Abdul Majid, Pancor, Lombok Timur, Indonesia*

^{*}dinafadilah@hamzanwadi.ac.id

Received: 05 September 2026; Accepted: 19 Oktober 2025; First Available Online: 20 Oktober 2026; Published: 20 Juni 2026

Doi: 10.15575/ja.v12i2.58912

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar matematika peserta didik kelas IV A pada materi pecahan di SD Negeri 2 Penedagandor serta pembelajaran yang masih kurang memanfaatkan media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan pembelajaran deep learning melalui media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada peserta didik kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor Tahun Pelajaran 2026. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen tipe pre-experimental dengan desain one-group pretest-posttest. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IV A di SD Negeri 2 Penedagandor dengan jumlah 21 peserta didik, dengan sampel sebanyak 21 peserta didik pada kelas IV A. Instrumen yang digunakan berupa tes hasil belajar matematika pada materi pecahan, yang meliputi pengenalan pecahan, membandingkan dan mengurutkan pecahan, serta menghubungkan pecahan dengan bentuk desimal dan persen, dalam bentuk soal uraian. Hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga H_0 ditolak, artinya, terdapat pengaruh yang signifikan pada penerapan pendekatan deep learning melalui media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada peserta didik kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor. Adapun hasil analisis Normalized Gain (N-Gain) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,2849 yang berada pada kategori rendah. Dengan demikian, pendekatan deep learning melalui media simulasi PhET memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik, meskipun peningkatan hasil belajar berada pada kategori rendah.

Kata kunci: *Deep Learning*, PhET, Hasil Belajar, Pecahan

Abstract

This research is motivated by the low mathematics learning outcomes of grade IV A students on the topic of fractions at SD Negeri 2 Penedagandor, as well as the insufficient use of learning media

in the teaching process. This study aims to determine the effect of the deep learning approach through PhET simulation media on the mathematics learning outcomes of fourth-grade students on the topic of fractions at SD Negeri 2 Penedagandor for the 2026 academic year. The type of research used is a pre-experimental type with a one-group pretest-posttest design. The population in this study was all students in class IV A at SD Negeri 2 Penedagandor, totaling 21 students, with a sample of 21 students from class IV A. The instrument used is a mathematics learning achievement test on the topic of fractions, which includes the introduction of fractions, comparing and ordering fractions, and connecting fractions with decimal and percentage forms, in the form of essay questions. The research results showed a significance value of $0.000 < 0.05$, thus H_0 was rejected, meaning there is a significant effect of applying the deep learning approach through PhET simulation media on the mathematics learning outcomes of fraction material for fourth-grade students at SD Negeri 2 Penedagandor. The results of the Normalized Gain (N-Gain) analysis showed an average value of 0.2849, which falls into the low category. Thus, the deep learning approach through PhET simulation media has a significant impact on students' learning outcomes, although the improvement in learning outcomes is in the low category.

Keywords: Deep Learning, PhET, Learning Outcomes, Fractions

1. PENDAHULUAN

Pada jenjang sekolah dasar, pembelajaran matematika tidak sekedar mengajarkan kemampuan berhitung, melainkan menjadi fondasi utama bagi pemahaman konsep-konsep yang lebih kompleks pada jenjang Pendidikan selanjutnya (Kemendikdasmen, 2025). Oleh karena itu, penguasaan konsep-konsep matematika secara tepat sejak jenjang dasar menjadi sangat penting dalam membangun kemampuan berpikir sistematis, logis dan analisis siswa, yang pada akhirnya menentukan kualitas dan daya saing sumber daya manusia di era digital (Sunitha, 2025). Keterampilan matematika menjadi sangat strategis dalam kehidupan modern karena hampir setiap aspek kehidupan memerlukan kemampuan numerasi yang kuat sebagai dasar pengambilan keputusan yang akurat. Dalam banyak aspek, matematika memberikan kerangka berpikir yang sistematis dan ilmu rasional, yang menjadi dasar bagi berkembangnya ilmu pengetahuan modern, khususnya dalam bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang menjadi fokus transformasi pendidikan global di era digital (Harahap et al., 2025).

Harapan utama dalam pembelajaran matematika adalah terciptanya pemahaman konseptual yang kuat pada diri siswa, sehingga mereka tidak hanya mampu menghafal prosedur tetapi juga memahami esensi dari setiap konsep yang dipelajari (Wicaksana et al., 2025). Siswa diharapkan dapat mengaplikasikan pengetahuan matematika dalam menyelesaikan berbagai permasalahan nyata, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, serta memiliki sikap positif terhadap matematika. Namun menurut (Fathorrozi et al., 2025), dalam praktiknya, harapan tersebut sering kali sulit terwujud pada materi yang memiliki tingkat abstraksi tinggi, khususnya materi pecahan di kelas IV.

Pecahan merupakan salah satu materi penting dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. Materi pecahan menjadi dasar bagi pemahaman konsep matematika lainnya seperti desimal, persen dan perbandingan. Selain itu, konsep pecahan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam kegiatan membagi makanan, mengukur bahan dalam resep, atau mengukur sesuatu. Materi pecahan menjadi tantangan besar karena menuntut transisi pemahaman dari bilangan bulat ke konsep bagian dari keseluruhan yang bersifat lebih kompleks. Kesulitan visualisasi pada konsep ini sering mengakibatkan miskonsepsi dan rendahnya hasil belajar, yang jika tidak ditangani dengan media pembelajaran yang interaktif, akan menghambat pencapaian kompetensi numerasi siswa pada tahap selanjutnya (Putri et al., 2025).

Kondisi tersebut ditemukan pada siswa kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor. Berdasarkan observasi awal, sebanyak 16 dari 21 siswa (76,2%) belum mampu memahami konsep dasar pecahan secara utuh. Kesulitan tersebut terlihat dari ketidakmampuan siswa membedakan pembilang dan penyebut

serta memvisualisasikan pecahan ke dalam bentuk gambar. Kondisi tersebut, berdampak pada hasil belajar siswa yang masih rendah, ditunjukkan oleh nilai rata-rata ulangan harian sebesar 54,2 sedangkan kriteria ketuntasan yang ditetapkan adalah 70. Dari 21 siswa, hanya 4 siswa (19%) yang mencapai ketuntasan, sedangkan 17 siswa (81%) belum mencapai kriteria ketuntasan. Selain itu, proses pembelajaran masih didominasi metode konvensional dan belum optimal dalam memanfaatkan media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif. Kondisi ini menunjukkan perlunya proses pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep pecahan secara lebih efektif dan mendalam.

Guna mengatasi persoalan tersebut, diperlukan transformasi proses pembelajaran yang selaras dengan ruh Kurikulum Merdeka yang mendorong adanya pembelajaran fleksibel, bermakna, dan berpusat pada peserta didik. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *deep learning*, yang menekankan pemahaman mendalam melalui eksplorasi konsep, refleksi, dan penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pendekatan ini, adalah untuk mengubah cara belajar yang selama ini terkesan mekanis dan hafalan menjadi lebih bermakna, reflektif, dan *mindful* (Syafi'i & Darnaningsih, 2025). Dalam konteks pendidikan, *deep learning* merujuk pada suatu pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman mendalam, bukan sekadar pemrosesan informasi yang bersifat permukaan (Chiu, 2021). Pendekatan ini menekankan pada kemampuan siswa untuk mengonstruksi makna dan mengaitkan konsep-konsep baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya guna memecahkan masalah secara kreatif (Hasanah et al., 2025).

(Rahayu et al., 2025) menjelaskan bahwa *deep learning* dalam pendidikan matematika berarti siswa tidak hanya mampu mengerjakan prosedur hitung, tetapi juga memahami mengapa prosedur tersebut berlaku dan bagaimana menghubungkannya dengan konsep-konsep yang lebih luas. Pendekatan ini sangat relevan dalam konteks pembelajaran matematika SD karena banyak yang berhasil dalam tes prosedural atau penalaran. Dengan demikian, *deep learning* menawarkan alternatif paradigma pembelajaran yang lebih berorientasi pada kualitas pemahaman daripada kuantitas hafalan.

Pendekatan *deep learning* memiliki sejumlah karakteristik yang membedakannya secara fundamental dari pendekatan konvensional. Pertama, *deep learning* ditandai oleh keterlibatan aktif dan kritis siswa dalam memproses informasi, bukan sekadar menerimanya secara pasif. Kedua, *deep learning* mendorong siswa untuk secara aktif menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki, membentuk jaringan konseptual yang semakin kaya dan kompleks. Ketiga, siswa yang menerapkan *deep learning* cenderung termotivasi secara intrinsik oleh rasa ingin tahu dan keinginan untuk memahami, bukan semata-mata oleh tekanan seperti nilai atau ujian (Prawiyogi & Rosalina, 2025).

Dalam pelaksanaannya, (Orhani, 2024) menekankan bahwa *deep learning* dalam matematika harus melibatkan proses kognitif aktif yang memungkinkan siswa melampaui sekadar prosedur hitung menuju pemahaman konseptual yang kuat. Pengalaman belajar dalam kerangka *deep learning* diwujudkan melalui siklus memahami, mengaplikasi, dan merefleksi yang dilaksanakan secara fleksibel sesuai dengan konteks dan inovasi guru di kelas. Secara operasional, pengalaman belajar ini juga mencakup aktivitas yang melibatkan olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga guna memastikan perkembangan karakter siswa secara utuh. Sintaks atau langkah-langkah pembelajaran pada berbagai model atau strategi pembelajaran yang ada dapat diadaptasi sesuai dengan pengalaman belajar tersebut guna mencapai penguasaan kompetensi yang holistik. Hal ini memberikan ruang bagi guru untuk melakukan inovasi pedagogis sehingga proses konstruksi pengetahuan pada materi matematika dapat disesuaikan dengan kondisi riil siswa (Ramadan et al., 2025).

Selain pendekatan pembelajaran yang tepat, pemanfaatan media digital terbukti dapat memperkuat pembelajaran mendalam karena mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan

keterlibatan siswa secara signifikan melalui visualisasi yang interaktif, yang dibuktikan melalui analisis sistematis terhadap penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas penggunaan video animasi dan game edukatif dalam mendongkrak ketuntasan belajar siswa (Ulya et al., 2025). Media digital berfungsi strategis dalam menjembatani konsep abstrak agar lebih mudah dipahami serta mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 bagi siswa sekolah dasar. Diperjelas lagi oleh penelitian yang dilakukan oleh (Muhammad et al., 2025) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif memiliki kemampuan untuk mengoptimalkan pencapaian belajar matematika secara signifikan di kalangan siswa SD. Salah satu media digital yang dapat digunakan ialah simulasi PhET (*Physics Education Tchnology*). Simulasi PhET merupakan media interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi mandiri melalui representasi visual yang dinamis, dimana tujuan utama dari penggunaan media PhET adalah membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep pecahan secara utuh dan jelas (Aprida et al., 2025).

Menurut Irvani et al. (dalam Hanikah et al., 2025) PhET Interaktive Simulations adalah sebuah proyek pengembangan simulasi pembelajaran interaktif berbasis web yang pada awalnya berfokus pada pembelajaran fisika, namun kemudian berkembang mencakup matematika, kimia, biologi, dan ilmu bumi. Simulasi PhET dikembangkan dengan tujuan untuk mengubah konsep-konsep yang sulit dan abstrak menjadi lebih konkret dan mudah divisualisasikan oleh siswa (Assholehah et al., 2024). Dalam bidang matematika, simulasi PhET yang relevan untuk materi pecahan di kelas IV SD antara lain adalah '*fraction Matcher*', '*Build a Fraction*', dan '*Fractions: Equality*', yang masing-masing dirancang untuk membantu siswa memahami aspek-aspek berbeda dari konsep pecahan melalui manipulasi visual yang interaktif (Phet, 2026). Setiap simulasi ini tersedia secara gratis melalui platform daring di <https://phet.colorado.edu>, untuk mendukung aksesibilitas yang luas bagi guru dan siswa. Hal ini menjadi krusial bagi pendidikan di Indonesia, mengingat implementasi kurikulum baru masih menghadapi kendala sarana prasarana yang belum memadai serta tantangan bagi tenaga pengajar dalam beradaptasi dengan kemajuan teknologi.

Penelitian (Norlaila et al., 2024) menemukan bahwa penggunaan simulasi PhET dapat meningkatkan motivasi, keaktifan, dan hasil belajar siswa secara signifikan. Dengan fitur interaktifnya, PhET mendorong siswa mengeksplorasi konsep secara mandiri, sesuai dengan prinsip pembelajaran mendalam. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rahmawati & Sutriyani, 2025) menunjukkan media PhET terbukti dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik terhadap pelajaran matematika materi pecahan dengan nilai rata-rata dari 58,37 menjadi peningkatan dengan rata-rata 83,04. Hasil yang sama diperoleh oleh (Assholehah et al., 2024)) yang menyatakan bahwa media PhET memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa dalam materi pecahan dan dapat mendorong siswa lebih aktif serta terlibat dalam pembelajaran.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa PhET memiliki potensi sebagai media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep dan keterlibatan siswa. Namun focus penelitian terdahulu yang digunakan dalam peneltian ini lebih menekankan pemanfaatan PhET sebagai media pembelajaran, sedangkan penelitian ini memfokuskan penggunaan PhET dalam penerapan pendekatan pembelajaran deep learning. perbedaan focus tersebut menjadi dasar penelitian ini untuk mengkaji penerapan pendekatan pembelajaran deep learning melalui media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika pada materi pecahan siswa kelas IV sekolah dasar.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah penerapan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET berpengaruh terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada siswa kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan pendekatan pembelajaran *deep learning* melalui media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada siswa kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur pengaruh perlakuan terhadap hasil belajar peserta didik yang dinyatakan dalam bentuk data numerik dan dianalisis menggunakan statistik inferensial. Penelitian eksperimen dipilih karena peneliti memberikan perlakuan secara langsung kepada subjek penelitian untuk mengetahui perubahan hasil belajar setelah perlakuan (Sri Anjarwati et al., 2024). Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini berupa penerapan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET pada pembelajaran matematika materi pecahan. Desain penelitian yang digunakan adalah pre-eksperimental dengan *model one-group pretest-posttest*. Desain ini ialah eksperimen yang hanya di berikan kepada satu kelompok tanpa kelompok pembading. Subjek pada penelitian ini diberikan *pre-test* terlebih dahulu sebelum diberi perlakuan, kemudian subjek diberi perlakuan atau *statement* dan setelah di beri perlakuan, subjek akan diberikan *post-test* untuk melihat akibat dari perlakuan (Zulfikar et al., 2024). Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas IV di SD Negeri 2 Penedagandor. Populasi penelitian terdiri dari seluruh peserta didik kelas IV yang berjumlah 21 peserta didik. Karena jumlah populasi relatif kecil, seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian sehingga sampel penelitian berjumlah 21 pesera didik. Objek penelitian ini adalah penerapan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET terhadap hasil belajar pada materi pecahan.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes dan observasi. Instrumen tes berupa tes uraian yang digunakan untuk mengukur hasil belajar matematika peserta didik pada materi pecahan. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes terlebih dahulu melalui uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan kelayakan instrumen yang digunakan. Instrumen yang diuji terdiri atas 20 butir soal uraian. Uji coba instrumen dilaksanakan di SD Negeri 2 Kertasari pada peserta didik kelas IV yang telah mempelajari materi pecahan. Pemilihan sekolah tersebut sebagai tempat uji coba didasarkan pada pertimbangan bahwa SD Negeri 2 Kertasari memiliki karakteristik dan latar belakang yang hampir sama dengan sekolah tempat penelitian, baik dari aspek internal maupun eksternal, sehingga dianggap sesuai untuk menguji kelayakan instrumen penelitian. Berdasarkan hasil uji validitas, dari 20 butir soal yang diuji terdapat 14 butir soal yang dinyatakan *valid* dan 6 butir soal dinyatakan tidak *valid*. Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,831. Nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat tinggi, sehingga instrumen tes dinyatakan reliabel dan layak digunakan dalam penelitian. Selain itu, dilakukan analisis tingkat kesukaran terhadap 20 butir soal. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 13 soal berkategori sedang, 6 soal berkategori mudah, dan 1 soal berkategori sukar. Dengan demikian, sebagian besar butir soal yang diuji berada pada kategori sedang. Selanjutnya, peneliti memilih 10 butir soal yang terdiri dari kategori sukar, sedang dan mudah untuk digunakan sebagai instrumen *pretest* dan *posttest*.

Prosedur perlakuan dalam penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan, yaitu *pretest*, pemberian perlakuan (*treatment*), dan *posttest*. *Pretest* diberikan kepada peserta didik satu hari sebelum pelaksanaan perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik pada materi pecahan. Setelah satu hari pelaksanaan *pretest*, peserta didik diberikan perlakuan selama dua minggu dengan frekuensi lima kali pertemuan. Setiap pertemuan berlangsung selama 1 jam pada pagi hari, dengan waktu pelaksanaan disesuaikan dengan jadwal pembelajaran matematika di sekolah tempat penelitian. Perlakuan dilakukan dengan menerapkan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET pada materi pecahan. Materi yang diberikan meliputi pengenalan pecahan, membandingkan dan mengurutkan pecahan, pecahan senilai, serta menghubungkan pecahan desimal dengan konsep pecahan. Penerapan pendekatan *deep learning* dilakukan melalui tiga prinsip, yaitu *mindful* (berkesadaran), *meaningful* (bermakna), dan *joyful* (menggembarakan), yang diintegrasikan dalam proses pembelajaran melalui tahapan memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan. Pada tahap memahami, peserta didik diarahkan untuk membangun pemahaman terhadap konsep dan mengaitkan materi dengan pengetahuan yang telah dimiliki. Pada tahap mengaplikasikan, peserta didik menggunakan pengetahuan yang telah dipahami untuk

menyelesaikan permasalahan dan melakukan eksplorasi menggunakan media simulasi PhET. Sementara itu, pada tahap merefleksikan, peserta didik diarahkan untuk meninjau kembali proses dan hasil pembelajaran serta menyimpulkan konsep yang telah dipelajari. Setelah seluruh rangkaian perlakuan selesai, *posttest* diberikan satu hari setelah perlakuan terakhir untuk mengetahui perubahan hasil belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan.

Selanjutnya dilakukan analisis data melalui uji prasyarat dan uji hipotesis menggunakan IBM SPSS *statistic 25*. Uji prasyarat dilakukan dengan uji normalitas untuk mengetahui distribusi data hasil belajar peserta didik. Berdasarkan hasil uji normalitas, data hasil belajar peserta didik tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan statistik nonparametrik dengan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test*. Uji tersebut digunakan untuk mengetahui signifikansi pengaruh penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika peserta didik pada materi pecahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

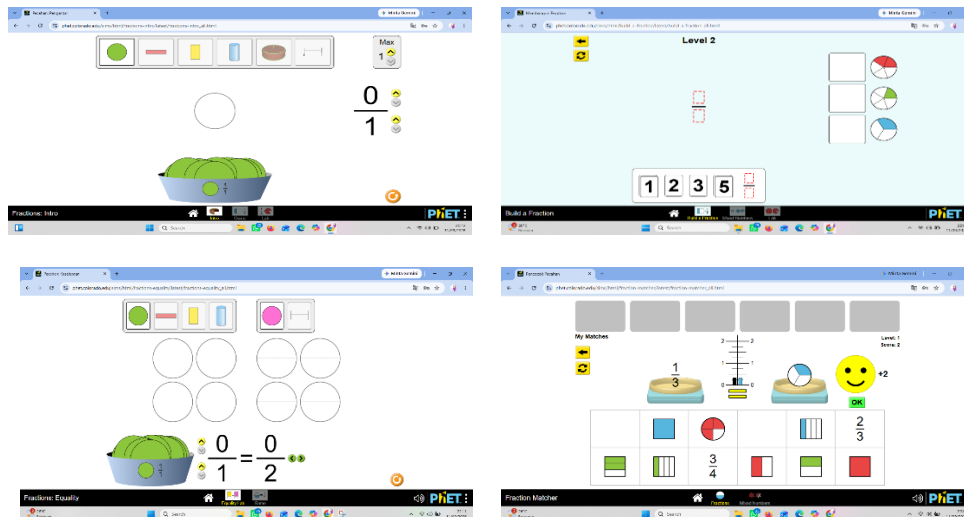
Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan media simulasi PhET terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada peserta didik kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor. Penelitian diawali dengan pemberian *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, kemudian dilanjutkan dengan penerapan pembelajaran *deep learning* melalui media simulasi PhET pada materi pecahan, dan diakhiri dengan pemberian *posttest* untuk mengetahui perubahan hasil belajar setelah perlakuan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk melihat perubahan hasil belajar dan mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan.

Hasil analisis deskriptif terhadap skor *pretest* dan *posttest* menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan menggunakan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET. Data statistik deskriptif skor *pretest* dan *posttest* disajikan pada berikut.

Tabel 1. Data Hasil *Statistic Skor Pretest dan Posttest*

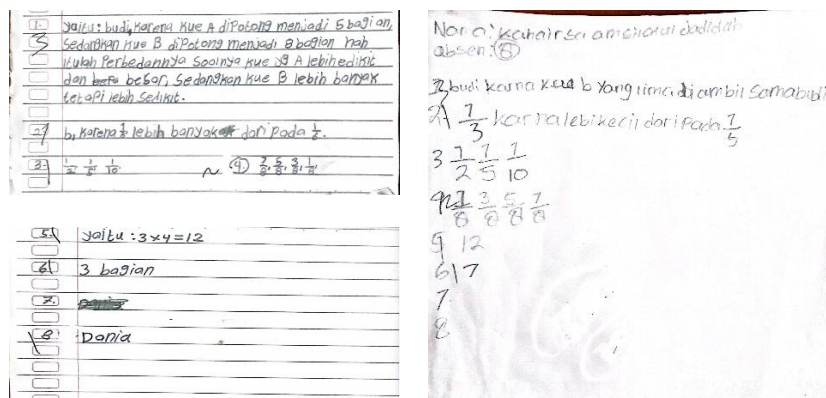
Soal	Nilai Mean	Skor Minimum	Skor Maksimum	Std Deviaton
<i>Pretest</i>	19,64286	5	32,5	8,525173
<i>posttes</i>	42,14286	32,5	62,5	8,954249

Berdasarkan Tabel 1 diatas, nilai rata-rata skor *pretest* sebesar 19,64, sedangkan rata-rata *posttest* meningkat menjadi 42,14. Skor minimum juga meningkat dari 5 pada *pretest* menjadi 32 pada *posttest*, sedangkan skor maksimum meningkat dari 32 menjadi 62. Sementara itu, standar deviasi *pretest* sebesar 8,525173 dan *posttest* sebesar 8,954249. Data tersebut menunjukkan adanya peningkatan capaian hasil belajar setelah peserta didik memperoleh perlakuan. Perlakuan diberikan melalui pendekatan *deep learning* dengan memanfaatkan media simulasi PhET pada proses pembelajaran materi pecahan. Penggunaan simulasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati dan mengaplikasikan konsep pecahan secara lebih konkret melalui aktivitas interaktif. Berikut tampilan media yang digunakan.



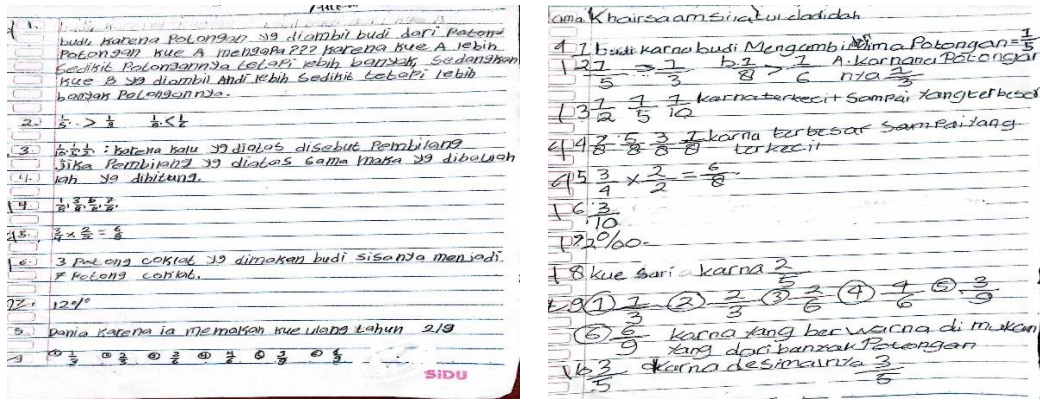
Gambar 1. Tampilan Media Simulasi PhET Materi Pecahan

Setelah memperoleh perlakuan, perubahan pemahaman peserta didik juga terlihat dari hasil pengerjaan soal *pretest* dan *posttest*. Pada *pretest*, sebagian besar jawaban peserta didik belum menunjukkan pemahaman konsep pecahan yang tepat. Beberapa jawaban hanya berupa hasil akhir tanpa langkah penyelesaian atau alasan yang mendukung, sehingga jawaban yang diberikan cenderung belum logis secara matematis. Meskipun demikian, terdapat beberapa bagian jawaban yang menunjukkan adanya upaya peserta didik dalam menentukan jawaban berdasarkan pemahaman awal yang dimiliki. Berikut hasil jawaban peserta didik untuk soal *pretest*.



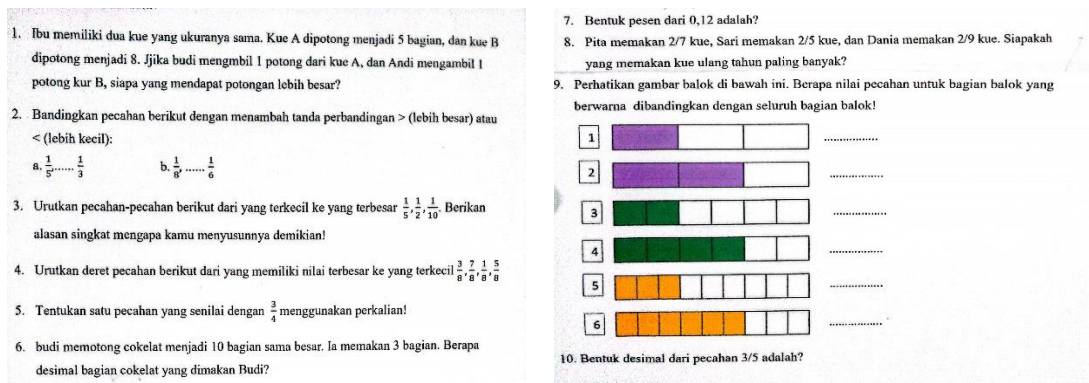
Gambar 2. Jawaban Peserta Didik Saat *Pretest*

Setelah diberikan perlakuan, jawaban pada *posttest* menunjukkan perkembangan yang lebih baik. Peserta didik mulai mampu menentukan jawaban dengan tepat, menyertakan langkah penyelesaian, dan memberikan alasan yang logis. Hal tersebut menunjukkan adanya perkembangan pemahaman konsep pecahan serta kemampuan peserta didik dalam menjelaskan proses penyelesaian. Berikut jawaban dari dua peserta didik.



Gambar 3. Jawaban Peserta Didik Saat Posttes

Untuk memperlihatkan bentuk kemampuan yang diukur, berikut disajikan contoh soal pretest dan posttest yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 4. Soal Pretest-posttest

Soal tersebut mengukur kemampuan peserta didik pada materi pecahan sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan. Hasil pengerjaan soal menjadi salah satu gambaran perubahan kemampuan peserta didik setelah memperoleh perlakuan.

A. Analisis kriteria efektivitas N-Gain

Analisis N-Gain dilakukan untuk mengetahui pengaruh hasil belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kriteria efektivitas nilai mean N-Gain

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	21	0,23	0,45	0,2849	0,05282
Valid N (listwise)	21				

Berdasarkan hasil perhitungan deskriptif SPSS pada kolom N-Gain, diperoleh nilai rata-rata Mean N-Gain sebesar 0,2849. Apabila angka tersebut dikonversikan ke dalam tabel klasifikasi keefektifan, maka besarnya pengaruh perlakuan dalam penelitian ini berada pada

kategori rendah (nilai $N\text{-Gain} < 0.30$). Hal ini didukung oleh penyampaian seluruh 21 peserta didik yang memperoleh nilai $N\text{-Gain}$ positif, yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar dari *pretest* ke *posttest*. Adapun tingkat persebaran data $N\text{-Gain}$ tersebut ditunjukkan oleh nilai simpangan baku sebesar 0,05282.

B. Uji Normalitas Nilai $\text{Gain Ternormalisasi}$ ($N\text{-Gain Score}$)

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan teknik analisis hipotesis yang sesuai. Pengujian dilakukan terhadap data $N\text{-Gain}$ karena data *pretest* dan *posttest* tidak berdistribusi normal (Santi et al., 2023). Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji normalitas $N\text{-Gain}$

	Kolmogorov-smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	<i>statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
$N\text{Gain_Score}$	0,197	21	0,032	0.836	21	0.002

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan SPSS, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,002. Karena nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 ($0,002 < 0,05$), maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik *Wilcoxon Signed Rank Test*.

C. Uji *Wilcoxon Signed Rank Test*

Uji *Wilcoxon signed rank test* adalah metode statistik nonparametrik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata atau median antara dua kelompok data berpasangan ketika asumsi normalitas tidak terpenuhi. Berdasarkan hasil uji *statistics* yang telah dilakukan, diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0.000. Karena nilai signifikansi tersebut jauh lebih kecil dari taraf 0.05 ($0.000 < 0.05$), maka keputusan uji statistik adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Wilcoxon Rank Test*

Nilai <i>posttest</i> - nilai <i>pretest</i>	
Z	-4.045 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan hasil belajar peserta didik setelah penerapan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET pada materi pecahan. Perubahan tersebut terlihat dari peningkatan rata-rata skor dari 19,64 pada *pretest* menjadi 42,14 pada *posttest*. Selain peningkatan skor, perubahan juga tampak pada hasil pengerjaan soal. Pada *pretest*, sebagian besar peserta didik belum mampu menyelesaikan soal dengan tepat dan belum memberikan langkah penyelesaian atau alasan yang jelas. Setelah diberikan perlakuan, jawaban *posttest* menunjukkan bahwa peserta didik mulai mampu menentukan

jawaban dengan lebih tepat, menyusun langkah penyelesaian, dan memberikan alasan yang lebih sesuai. Hal tersebut menunjukkan adanya perkembangan dalam pemahaman dan penerapan konsep pecahan setelah mengikuti pembelajaran.

Perubahan tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik pendekatan *deep learning* yang menekankan *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*. (Hanifah et al., 2025) menjelaskan bahwa ketiga komponen tersebut mendorong peserta didik untuk memahami pengetahuan secara bermakna, terlibat secara sadar dalam proses belajar, serta memperoleh pengalaman belajar yang menyenangkan. Karakteristik tersebut diterapkan dalam penelitian melalui proses memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan. Peserta didik terlebih dahulu diarahkan untuk memahami konsep pecahan, kemudian menggunakan konsep tersebut dalam kegiatan pembelajaran dan simulasi PhET, serta merefleksikan hasil yang diperoleh. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk tidak hanya memperoleh jawaban, tetapi juga memahami bagaimana konsep digunakan dalam menyelesaikan permasalahan. Hal ini sesuai dengan perubahan jawaban yang terlihat pada *posttest*, yaitu peserta didik mulai menunjukkan langkah penyelesaian dan alasan yang lebih jelas.

Penggunaan media simulasi PhET juga mendukung proses tersebut. (Muhdantiar, 2025) menunjukkan bahwa penggunaan PhET dapat meningkatkan hasil belajar matematika pada materi pecahan di sekolah dasar. Dalam penelitian ini, PhET digunakan pada tahap mengaplikasikan untuk memberikan representasi visual dan interaktif terhadap konsep pecahan. Penggunaan simulasi memungkinkan peserta didik mengamati konsep yang sebelumnya disajikan secara abstrak dalam bentuk yang lebih mudah diamati dan digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Kondisi tersebut dapat membantu peserta didik menghubungkan pemahaman konsep dengan proses penyelesaian soal. Oleh karena itu, peningkatan hasil belajar yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai hasil dari proses pembelajaran yang memadukan aktivitas berpikir dalam *deep learning* dengan pengalaman visual dan interaktif melalui PhET

Temuan tersebut juga sejalan dengan (Rahmawati & Sutriyani, 2025) yang menyatakan bahwa penggunaan media simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik sekolah dasar. Kesamaan hasil tersebut terlihat dari adanya peningkatan capaian belajar setelah penggunaan PhET. Namun, penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda karena PhET dipadukan dengan pendekatan *deep learning*. Artinya, perubahan hasil belajar dalam penelitian ini tidak hanya didukung oleh penggunaan media, tetapi juga oleh proses pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan konsep yang dipelajari.

Meskipun hasil belajar mengalami peningkatan, nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,284 masih termasuk kategori rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan skor belum sepenuhnya mencerminkan penguasaan konsep pecahan secara optimal. Rahmawati (dalam Putri et al., 2025) mengidentifikasi bahwa siswa sekolah dasar masih mengalami kesulitan dalam memahami representasi pecahan sebagai bagian dari keseluruhan serta memaknai pembilang dan penyebut. Temuan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, karena meskipun terjadi peningkatan nilai *posttest*, masih terdapat peserta didik yang mengalami kesalahan dalam memahami dan menerapkan konsep pecahan. Hal tersebut dapat menjadi salah satu alasan peningkatan hasil belajar belum mencapai kategori *N-Gain* yang lebih tinggi.

Selain itu, Nuraeni (dalam Putri et al., 2025) menunjukkan adanya kesenjangan antara pemahaman prosedural dan konseptual siswa dalam menerapkan pecahan pada situasi nyata. Putra dan Hermanto (dalam Putri et al., 2025) juga menjelaskan bahwa keterbatasan pengalaman langsung dalam menggunakan pecahan dapat menyulitkan siswa menghubungkan konsep dengan konteks kehidupan sehari-hari. Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa peserta didik telah mengalami peningkatan kemampuan setelah pembelajaran, tetapi sebagian masih mengalami kesulitan dalam menerapkan dan menghubungkan konsep pecahan pada berbagai bentuk permasalahan. Dengan demikian, nilai N-Gain yang rendah menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar telah terjadi, tetapi pemahaman konseptual dan kemampuan menerapkan konsep pecahan masih belum berkembang secara optimal.

Hasil penelitian ini memberikan gambaran empiris mengenai penerapan pendekatan *deep learning* yang dipadukan dengan simulasi PhET dalam pembelajaran matematika materi pecahan di sekolah dasar. Perubahan hasil tes dari sebelum hingga sesudah perlakuan, disertai perbedaan yang signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa penerapan kedua unsur pembelajaran tersebut berpotensi mendukung pencapaian belajar peserta didik. Temuan ini memperluas fokus kajian penggunaan PhET dengan menempatkannya sebagai bagian dari penerapan pendekatan *deep learning*, bukan hanya sebagai media pembelajaran. Meskipun demikian, capaian N-Gain yang masih berada pada kategori rendah menunjukkan bahwa hasil penerapan tersebut belum optimal. Oleh karena itu, temuan ini memberikan kontribusi dalam menjelaskan hasil penerapan pendekatan *deep learning* berbantuan PhET sekaligus menunjukkan perlunya perhatian terhadap penguatan pemahaman konsep pecahan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan pendekatan *deep learning* melalui media simulasi PhET menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap hasil belajar matematika materi pecahan pada peserta didik kelas IV SD Negeri 2 Penedagandor. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata hasil belajar dari 19,64 pada pretest menjadi 42,14 pada *posttest*, serta hasil uji *Wilcoxon Signed Rank Test* dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Meskipun demikian, nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,2849 berada pada kategori rendah, sehingga peningkatan hasil belajar yang terjadi belum optimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *deep learning* yang didukung media simulasi PhET dapat menjadi alternatif dalam pembelajaran matematika, khususnya materi pecahan. Pendekatan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami dan mengaplikasikan konsep melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna. Namun, nilai N-Gain yang masih rendah menunjukkan pentingnya penguatan pemahaman konseptual dan kemampuan peserta didik dalam menghubungkan serta menerapkan berbagai representasi pecahan.

Guru dapat memanfaatkan pendekatan *deep learning* dan media simulasi PhET sebagai salah satu alternatif dalam pembelajaran materi pecahan, disertai kegiatan penguatan yang membantu peserta didik memahami dan menerapkan konsep dalam berbagai bentuk permasalahan. Peneliti selanjutnya disarankan mengembangkan penelitian dengan melibatkan kelompok pembanding serta instrumen yang dapat mengukur pemahaman konseptual secara lebih mendalam.

Referensi

- Aprida, K., Zakiah, L., & Sakmal, J. (2025). Persepsi Siswa Terhadap Penggunaan Media PHET (Physics Education Technology) Dalam Pembelajaran Pecahan Di Kelas III SDN Cipinang Besar Utara 09 Jakarta Timur. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10, 360–372.
- Assholehah, A. S., Hardiansyah, F., & Asmoni. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran PHET Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas 4 Materi Pecahan Senilai Mata Pelajaran Matematika Di Sdn Lalangon I. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09.
- Chiu, T. K. F. (2021). Applying the self-determination theory (SDT) to explain student engagement in online learning during the COVID-19 pandemic. *Journal of Research on Technology in Education*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1891998>
- Fathorrozi, M., Zayyadi, M., & Basri, H. (2025). Analisis Tingkat Kecemasan Matematis Siswa MTS. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 34–41.
- Hanifah, N., Aeni, A. N., & Djuanda, D. (2025). Pendekatan Deep Learning : Peluang dan Tantangan dalam Pembelajaran. *Prosiding Konferensi Ilmiah Dasar*, 6.
- Hanikah, H., Mutiara, H., Utami, G. N., Hanifah, H., Rohmawati, I., & Siregar, I. J. S. (2025). Phet Virtual Simulation Training To Improve Teacher Competence At Smpn 1 Plered. *Soscied*, 8(1), 107–115.
- Harahap, A. Y. A., Syasmita, I., Annisa, L., & Akbar, F. R. (2025). Matematika Dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. *Al-Irsyad: Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 15(1), 136–148. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30829/al-irsyad.v15i1.24079>
- Hasanah, U., Prastiwi, R., Arya, L., & Yulian, I. (2025). Implementation of deep learning approach in Indonesian education. *International Journal of Educational Technology and Society*, 2(2), 37–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/ijets.v2i2.358>
- Kemendikdasmen. (2025). *Numerasi adalah Fondasi Membangun Bangsa*, Kemendikdasmen Luncurkan Gerakan Numerasi Nasional. <https://kemendikdasmen.go.id/siaran-pers/13451-numerasi-adalah-fondasi-membangun-bangsa-kemendikdasmen-lunc>
- Muhammad, H., Lusita, I. P., Yumeriza, I., Malti, K. P., Ningrum, M., Zorin, S., & Azima, N. F. (2025). Efektivitas Penggunaan Media Interaktif dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar Universitas Negeri Padang, Indonesia informasi dan materi agar siswa lebih mudah dalam memahami pelajaran. Media ini pembelajaran matematika pada jenjang sekolah dasa. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(April), 135–147.
- Muhdantiar, W. (2025). *Pengaruh Model Pembelajaran Pbl Berbantuan Media Phet Dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Hasil Belajar Siswa*. 13(1), 183–195.
- Norlaila, N., Ansori, H., & Juhairiah, J. (2024). Pengaruh penggunaan media pembelajaran interaktif PhET simulation terhadap hasil belajar siswa pada materi pecahan. *JURMADIKTA*, 4(2), 54–66.
- Orhani, S. (2024). Deep learning in math education. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(4), 270–278.
- Phet, S. (2026). *PhET Simulation Design Process*.
- Prawiyogi, A. G., & Rosalina, A. (2025). *Deep learning dalam pembelajaran sekolah dasar* (R. Fadhli (ed.); Cetakan Pe). Indonesia Emas Group. <https://books.google.co.id/books?id=15BfEQAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Putri, M., Syam, S. S., & Chandra, C. (2025). Kesulitan siswa sekolah dasar dalam memahami konsep pecahan. *Pentagon: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(2), 43–54.
- Rahayu, C., Setiani, W. R., Yulindra, D., & Azzahra, L. (2025). Pendidikan Matematika Realistik Indonesia dalam Pembelajaran Mendalam (Deep Learning): Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 9–25.
- Rahmawati, M., & Sutriyani, W. (2025). Efektivitas Penggunaan Media Interaktif Phet Colorado Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Matematika Pada Materi Pecahan Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pembelajaran dan Matematika Sigma (JPMS)*, 11(2), 336–343.
- Ramadan, Z. H., Putri, M. E., & Nukman, M. (2025). *Pendekatan pembelajaran deep learning di*

- sekolah dasar (Teori dan aplikasi)*. Greenbook Publisher.
- Santi, Suryanti, H. H. S., & Prihastari, E. B. (2023). Efektivitas Metode Permainan Berbantuan Media Kartu Bergambar Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas 1 Materi Penjumlahan dan Pengurangan SD Negeri Gandekan Surakarta Tahun Ajaran 2022 / 2023. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 18800–18806.
- Sri Anjarwati, S. E., Ak, M., Andriya Risdwiyanto, S. E., Ed, C., Asep Deni, M. M., Lies Hendrawan, K., ... & Muhammad Iryanto, S. E. (2024). Metodologi penelitian kuantitatif. CV Rey Media Grafika.
- Sunitha, T. (2025). *Impact of Mathematics in Digital Literacy and Its Role in Employment Generation*. 12(3), 286–289.
- Syafi'i, A., & Darnaningsih. (2025). Pendekatan Pembelajaran Berbasis Deep Learning : Mindful Learning , Meaningful Learning , Dan Joyful Learning. *Al- Mumtaz: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 2(1), 45–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.47945/al-mumtaz.v2i1.1991>
- Ulya, N., Suhailah, S. E., Putri, V. J., & Revita, R. (2025). Peran Media Pembelajaran Digital dalam Pembelajaran Matematika di Era Merdeka Belajar: Systematic Literature Review. *Aljabar: Jurnal Ilmuan Pendidikan, Matematika Dan Kebumian*, 1(2), 126–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.62383/aljabar.v1i2.536>
- Wicaksana, L., Widiarti, N., & Subali, B. (2025). Kajian Pustaka : Realistic Mathematics Education Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 25(2), 158–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/jpp.v25i2.83608>
- Zulfikar, R., Sari, F. P., Fatmayati, A., Wandini, K., Haryati, T., Jumini, S., Nurjanah, & Anisa, S. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif teori, metode dan Prkatik*. WIDINA MEDIA UTAMA.