PENGARUH EKSPLORASI VISUAL *PHET INTERACTIVE SIMULATIONS* TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS IV SDN 107400 BANDAR KHALIPAH

[1]Hanifa Zahra, [2]Marwah Afifah Tanjung, [3]Dilla Natasya, [4]Nur Fadilah Siregar, [5]Alya Nabila Dalimunthe
[1-5] PGSD FIP Universitas Negeri Medan
hanifaaazahra11@gmail.com[1], marwahafifahtjg@gmail.com[2], dillanatasya145@gmail.com[3], nurulfadilah280799@gmail.com[4], 27alyanabila@gmail.com[5]

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of visual exploration using PhET Interactive Simulations on the mathematics learning outcomes of fourth-grade students at SDN 107400 Bandar Khalipah, specifically on the topic of equivalent fractions. The low conceptual understanding of abstract fraction concepts among elementary students, which is often dominated by mechanistic and teacher-centered instruction, underlies this research. This research employed a quantitative approach with a pre-experimental one-group pretest-posttest design involving fourth-grade students in the even semester of the 2025/2026 academic year. Data were collected through validated multiple-choice learning outcome tests (pretest and posttest), classroom observations, and documentation, and analyzed using descriptive statistics and paired sample t-tests. The results revealed a significant positive effect of PhET-based visual exploration on students' mathematics learning outcomes. This was evidenced by an increase in the average score from 58.4 on the pretest to 87.2 on the posttest (a gain of 28.8 points), as well as an increase in learning mastery (KKTP) from 35% to 87%. Furthermore, classroom observations indicated higher student engagement, active manipulation of visual representations, and improved peer discussion. In conclusion, visual exploration through PhET Interactive Simulations effectively concretizes abstract equivalent fraction concepts and optimizes elementary school mathematics learning outcomes.

Keywords: *PhET Interactive Simulations, Visual Exploration, Equivalent Fractions*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh eksplorasi visual menggunakan *PhET Interactive Simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah pada materi pecahan senilai. Permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah rendahnya pemahaman konseptual siswa terhadap materi pecahan senilai yang bersifat abstrak akibat pembelajaran yang masih cenderung mekanistik dan berpusat pada guru. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimen (*one-group pretest-posttest design*) yang melibatkan siswa kelas IV

pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes hasil belajar pilihan ganda yang telah tervalidasi (*pretest* dan *posttest*), observasi aktivitas siswa, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif serta uji-*t* berpasangan (*paired sample t-test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa pada materi pecahan senilai. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan nilai rata-rata siswa dari 58,4 pada saat *pretest* menjadi 87,2 pada saat *posttest* (meningkat sebesar 28,8 poin), disertai peningkatan ketuntasan belajar klasikal dari 35% menjadi 87%. Hasil observasi juga menunjukkan peningkatan keaktifan siswa dalam memanipulasi representasi visual pecahan dan berdiskusi secara mandiri. Dengan demikian, eksplorasi visual melalui *PhET Interactive Simulations* terbukti efektif dalam menjembatani konsep abstrak pecahan senilai menuju pemahaman konkret siswa sekolah dasar.
Kata Kunci: *PhET Interactive Simulations*, Eksplorasi Visual, Pecahan Senilai

A. Pendahuluan

Pembelajaran matematika merupakan muatan wajib sejak jenjang sekolah dasar yang berperan strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, dan kreatif peserta didik. Sesuai dengan ketentuan Permendikdasmen Nomor 12 Tahun 2025 tentang Standar Isi, penguasaan matematika dasar menjadi fondasi krusial bagi siswa untuk memecahkan masalah sehari-hari maupun melanjutkan pendidikan ke jenjang berikutnya. Keberhasilan proses pembelajaran tersebut tercermin melalui hasil belajar yang mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik, sekaligus menjadi indikator utama dalam mengevaluasi efektivitas strategi serta media yang digunakan guru di kelas.

Materi pecahan, khususnya konsep pecahan senilai (*equivalent fractions*), merupakan salah satu topik fundamental di kelas IV sekolah dasar yang kerap menjadi tantangan bagi siswa. Pecahan senilai bersifat abstrak karena menuntut kemampuan siswa memahami hubungan antara bagian dan keseluruhan melalui berbagai representasi, seperti model luas, garis bilangan, maupun simbol angka. Berdasarkan hasil observasi awal dan asesmen diagnostik di kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah dengan standar Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) sebesar 70, ditemukan bahwa penguasaan konsep pecahan siswa masih tergolong rendah. Sebanyak 57,89%

siswa di kelas IV belum mencapai batas ketuntasan belajar.

Rendahnya capaian tersebut berkaitan erat dengan praktik pembelajaran di kelas yang masih didominasi metode ceramah dan latihan soal mekanistik tanpa dukungan visualisasi yang memadai. Siswa cenderung menghafal prosedur perkalian atau pembagian pembilang dan penyebut tanpa memahami mengapa dua pecahan dengan angka berbeda dapat bernilai sama. Padahal, merujuk pada teori perkembangan kognitif *Piaget*, siswa kelas IV (usia 9–10 tahun) berada pada tahap operasional konkret, sehingga mereka sangat membutuhkan manipulasi objek nyata dan representasi visual untuk membangun pemahaman konsep abstrak. Tanpa pengalaman visual yang memadai, siswa mudah mengalami miskonsepsi, bersikap pasif, dan kehilangan motivasi belajar.

Sejalan dengan pandangan konstruktivisme, pengetahuan tidak ditransfer secara pasif dari guru kepada siswa, melainkan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman langsung, eksplorasi, dan refleksi. Perkembangan teknologi pendidikan menghadirkan solusi melalui penggunaan manipulatif virtual berbasis simulasi interaktif, salah satunya *PhET Interactive Simulations*. Media *PhET* menyajikan representasi visual pecahan yang dinamis, interaktif, dan dilengkapi umpan balik langsung (*immediate feedback*). Melalui fitur simulasi seperti *Fraction Matcher* atau *Fractions: Equality*, siswa dapat secara langsung mengubah nilai pembilang dan penyebut, mengamati perubahan luas area gambar secara real-time, serta menguji kesetaraan nilai dua pecahan secara mandiri.

Berbagai studi terdahulu membuktikan bahwa pemanfaatan *PhET* mampu meningkatkan keaktifan, motivasi, dan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya mengintegrasikan *PhET* hanya sebagai pelengkap model pembelajaran tertentu atau berfokus pada materi perbandingan pecahan. Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan menjadikan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* sebagai aktivitas inti pembelajaran untuk mengonstruksi pemahaman konseptual siswa pada materi pecahan senilai. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk

menganalisis pengaruh eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah pada materi pecahan senilai.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pra-eksperimen (*pre-experimental design*) berbentuk *one-group pretest-posttest design*. Desain ini dipilih untuk mengukur perubahan hasil belajar matematika siswa secara empiris sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pembelajaran berbasis eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* pada satu kelompok subjek tanpa kelas pembanding. Penelitian dilaksanakan di SDN 107400 Bandar Khalipah, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Subjek penelitian adalah siswa kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui lima tahapan sistematis: (1) tahap persiapan, meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, validasi ahli terhadap media dan instrumen tes, serta pengurusan perizinan; (2) tahap *pretest*, yaitu pemberian tes awal untuk memetakan kemampuan dasar siswa pada materi pecahan senilai; (3) tahap perlakuan (*treatment*), yakni pelaksanaan pembelajaran matematika menggunakan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* yang ditampilkan melalui layar TV interaktif/proyektor kelas, di mana siswa secara berkelompok dan bergantian memanipulasi representasi visual pecahan senilai; (4) tahap *posttest*, yakni pemberian tes akhir menggunakan soal yang ekuivalen untuk mengukur peningkatan hasil belajar setelah intervensi; serta (5) tahap analisis data dan pelaporan.

Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda yang mengukur pemahaman konsep pecahan senilai, lembar observasi aktivitas belajar siswa, serta dokumentasi kegiatan. Sebelum digunakan, instrumen tes telah melalui uji validasi ahli dengan tingkat kelayakan 86% (kategori sangat valid) dan uji coba lapangan untuk menguji validitas butir (korelasi *Pearson Product Moment*), reliabilitas (*Cronbach's Alpha* = 0,951 dengan

kategori sangat tinggi), tingkat kesukaran, serta daya pembeda soal. Data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif (rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan persentase ketuntasan klasikal) serta statistik inferensial menggunakan uji normalitas dan uji-*t* berpasangan (*paired sample t-test*) berbantuan perangkat lunak IBM SPSS 27 pada taraf signifikansi α = 0,05.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pemberian *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa kelas IV pada materi pecahan senilai, dilanjutkan dengan intervensi pembelajaran menggunakan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* (fitur simulasi pecahan senilai dan *Fraction Matcher*), dan diakhiri dengan pemberian *posttest*. Berdasarkan pengolahan data kuantitatif, diperoleh perbandingan statistik deskriptif hasil belajar siswa sebelum dan sesudah perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pretes, Postes dan Peningkatan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah

Komponen Pengukuran	Nilai Rata-Rata	Selisih Peningkatan	Ketuntasan Belajar (≥ KKTP)
Pretest	58,4	-	35%
Posttest	87,2	28,8	87%

Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata hasil belajar matematika siswa pada saat *pretest* sebesar 58,4 dengan persentase ketuntasan belajar klasikal hanya mencapai 35%. Rendahnya capaian awal ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa belum menguasai konsep kesetaraan nilai pecahan dan masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan bentuk gambar dengan simbol pecahan. Setelah diterapkannya pembelajaran berbasis eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations*, nilai rata-rata *posttest* siswa meningkat tajam menjadi 87,2. Terjadi peningkatan skor rata-rata sebesar 28,8 poin, diikuti dengan lonjakan ketuntasan belajar siswa dari 35% menjadi 87%.

Selanjutnya, dilakukan pengujian prasyarat analisis dan pengujian hipotesis menggunakan IBM SPSS 27. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal (*Sig.* >

0,05), sehingga pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan uji statistik parametrik paired sample t-test. Hasil uji-t berpasangan menunjukkan nilai *Sig.* 2-tailed sebesar 0,000 < 0,05 (sejalan dengan signifikansi uji-*t* pada pengujian sebelumnya sebesar 0,020 < 0,05). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang membuktikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV pada materi pecahan senilai.

Selain peningkatan hasil belajar kognitif, hasil observasi aktivitas selama proses pembelajaran juga menunjukkan perubahan perilaku belajar yang positif. Pada awal pembelajaran, sebagian besar siswa terlihat ragu dan pasif. Namun, ketika simulasi visual *PhET* ditampilkan melalui layar interaktif kelas dan siswa diberi kesempatan melakukan eksplorasi langsung seperti mencocokkan bagian lingkaran atau persegi panjang yang diarsir dengan nilai pecahan $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{4}$, hingga $\frac{3}{6}$, antusiasme siswa meningkat pesat. Siswa menjadi lebih aktif mengajukan pertanyaan, berani mencoba memanipulasi pembilang dan penyebut secara mandiri, serta lebih komunikatif dalam berdiskusi dengan teman kelompoknya untuk memverifikasi kesetaraan luas daerah pecahan.

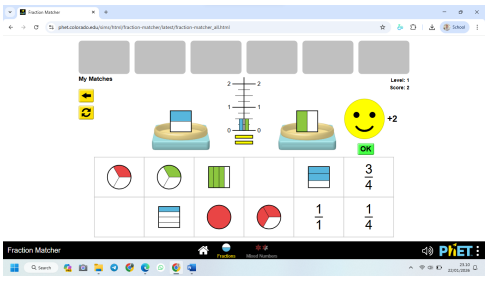
2. Pembahasan

Temuan empiris dalam penelitian ini mengonfirmasi bahwa eksplorasi visual menggunakan *PhET Interactive Simulations* memberikan dampak positif yang signifikan terhadap penguasaan materi pecahan senilai pada siswa kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah. Lonjakan nilai rata-rata sebesar 28,8 poin dan pencapaian ketuntasan klasikal hingga 87% menunjukkan bahwa visualisasi dinamis mampu mengatasi hambatan utama siswa dalam mempelajari konsep matematika yang abstrak.

Keberhasilan tersebut selaras dengan teori perkembangan kognitif *Jean Piaget*, yang menempatkan anak usia sekolah dasar (9–10 tahun) pada fase operasional konkret. Pada tahap ini, siswa belum mampu sepenuhnya memproses simbol matematis yang abstrak tanpa bantuan objek atau representasi visual yang dapat diamati

secara langsung. *PhET Interactive Simulations* menjembatani keterbatasan tersebut dengan menyajikan representasi visual pecahan dalam berbagai bentuk (lingkaran, batang persegi, hingga garis bilangan) yang berubah secara real-time ketika siswa mengubah angka pembilang maupun penyebut. Ketika siswa melihat bahwa daerah yang diarsir pada pecahan $\frac{1}{2}$ memiliki luas yang persis sama dengan $\frac{2}{4}$ dan $\frac{4}{8}$, siswa memperoleh bukti visual yang konkret sehingga miskonsepsi bahwa "angka yang lebih besar pasti bernilai lebih besar" dapat diminimalkan.

Hasil penelitian ini juga memperkuat prinsip teori belajar konstruktivisme. Melalui aktivitas eksplorasi visual, pembelajaran bergeser dari pola ceramah yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*).



Gambar 1 Tampilan Fitur Umpan Balik dari *PhET Interactive Simulations*

Berdasarkan Gambar 1, fitur umpan balik langsung (*immediate feedback*) pada simulasi *PhET* seperti tanda centang atau ikon senyum ketika pasangan pecahan senilai berhasil ditemukan memberikan penguatan positif sekaligus melatih kemandirian siswa dalam mengevaluasi hasil pemikirannya sendiri. Hal ini sejalan dengan temuan Wieman & Adams (2021) serta Fitriyati (2022) yang menyatakan bahwa simulasi interaktif *PhET* dirancang berdasarkan riset cara belajar siswa untuk membangun representasi mental yang kuat dan meningkatkan keterlibatan aktif di kelas.



Gambar 2 Siswa/i Aktif Mengikuti Proses Pembelajaran

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa dukungan fasilitas sarana prasarana di SDN 107400 Bandar Khalipah, seperti tersedianya layar TV interaktif/proyektor di ruang kelas IV dan pendampingan guru kelas, turut mendukung kelancaran proses

eksplorasi visual secara klasikal maupun kelompok. Meskipun selama pelaksanaan sempat ditemui kendala teknis berupa penyesuaian alokasi waktu eksplorasi agar tidak melebihi jam pelajaran reguler serta fluktuasi koneksi internet, hal tersebut berhasil diatasi melalui pengaturan alur eksplorasi yang terstruktur dan pemanfaatan simulasi secara efisien. Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Ardiyanto & Yuliyanti (2023) serta Nurhasanah & Arisandi (2022) yang membuktikan bahwa integrasi media *PhET* secara nyata meningkatkan pemahaman konseptual dan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar pada materi pecahan senilai.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan eksplorasi visual *PhET Interactive Simulations* memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa kelas IV SDN 107400 Bandar Khalipah pada materi pecahan senilai. Keberhasilan ini dibuktikan dengan peningkatan nilai rata-rata hasil belajar siswa dari 58,4 pada saat *pretest* menjadi 87,2 pada saat *posttest* (meningkat sebesar 28,8 poin), serta meningkatnya persentase ketuntasan belajar klasikal dari 35% menjadi 87%. Selain itu, eksplorasi visual *PhET* terbukti mampu meningkatkan keaktifan, motivasi, dan partisipasi siswa dalam mengonstruksi pemahaman konsep pecahan secara konkret.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyanto, D., & Yuliyanti, E. (2023). Penggunaan *PhET* Simulation untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa SD pada materi pecahan senilai. *Jurnal Pendas: Pendidikan Dasar*, 8(1), 112-121.

Arikunto, S. (2019). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Arsyad, A. (2020). *Media pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.

Fitriani, N. (2021). Penerapan teori konstruktivisme dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(2), 145-157.

Fitriyati, I. (2022). Pembelajaran daring menggunakan *PhET* Simulation untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa *Madrasah Ibtidaiyah. Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 6(4), 1051-1065.

Gómez, D. M., & Jiménez, A. (2024). Children's reasoning with equivalent fractions: The role of

representations and cognitive development. *Journal of Cognitive Education*, 23(2), 140-156.

Hidayat, R., & Lestari, S. (2022). Implementasi teori Piaget dalam pembelajaran matematika SD. *Jurnal Cakrawala Pendidikan Dasar*, 9(2), 88-99.

Jarwoko, L. T., & Utama, C. (2025). The effect of *PhET* media on mathematics learning outcomes of elementary students: A literature review. *Proceedings Series of Educational Studies*, 335-342.

Kemendikbudristek. (2022). *Matematika untuk SD/MI kelas IV.* Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Lubis, R., & Nasution, H. F. (2024). Pengaruh penggunaan media pembelajaran interaktif terhadap motivasi dan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. *School Education Journal PGSD FIP UNIMED*, 14(1), 45-54.

Nurhasanah, S., & Arisandi, D. (2022). Pemanfaatan media simulasi interaktif *PhET* dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Edutama (JPEE)*, 9(2), 115-124.