Volume 6, Edisi 1, May 2023, Pages. 13–22

Jurnal Teropong Pendidikan

Program Studi Magister Teknologi Pendidikan Universitas Pelita Harapan

https://doi.org/10.19166/jtp.v6i1.11609

Efektivitas Media Pembelajaran Desmos untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Grafik Fungsi Kuadrat

Laurent Simangunsong[a], Yunika Nugraheni[b]

[a] *SMPK Tirtamarta BPK Penabur Cinere, Indonesia*

[b] *BPK Penabur Jakarta, Indonesia*

*Corresponding author e-mail: yunika.nugraheni@bpkpenaburjakarta.or.id

ARTICLE INFO

DOI: 10.19166/jtp.v6i1.11609

Article history:
Received:
14 Juny 2025
Accepted:
24 November 2025
Available online:
28 November 2025

Keywords:
Desmos, Kemampuan Analisis Grafik, Fungsi Kuadrat, Pembelajaran Interaktif, Media Digital

A B S T R A C T

This study investigates the effectiveness of Desmos-based digital learning media, particularly the "Marbleslides: Parabolas" feature, in enhancing students' analytical skills in interpreting quadratic function graphs. The research was conducted through Classroom Action Research (CAR), consisting of two cycles involving twenty-eight ninth-grade students at SMP Tirtamarta-BPK Penabur Cinere, Indonesia. The intervention was designed using an inquiry-based learning model that emphasizes student engagement and exploration, supported by the dynamic visual tools provided by Desmos. Data were collected through pre-tests, post-tests, classroom observations, and documentation of students' work on the Desmos platform. The results demonstrated a noticeable improvement in students' conceptual understanding and graphical interpretation abilities. The percentage of students categorized as "very good" increased from 50% in Cycle I to 67.85% in Cycle II. Students became more proficient in identifying the effects of parameters a, b, and c in the general form of quadratic equations, as well as manipulating vertex form expressions using Desmos' interactive slider feature. The use of Marble slides also contributed to greater engagement, motivation, and critical thinking through game-like visual challenges. These findings suggest that Desmos serves as an effective technological tool that not only supports mathematical visualization but also fosters higher-order thinking skills. Integrating Desmos into inquiry-based mathematics instruction can significantly enhance students' learning experiences in algebra and function topics, particularly in middle school settings.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika, secara ontologis, merupakan proses membangun pengetahuan abstrak melalui struktur logis dan simbolisasi formal (Bicudo et al., 2023). Tantangan utama dalam pembelajaran matematika adalah bagaimana menghadirkan pengalaman belajar yang tidak hanya kognitif, tetapi juga kontekstual dan representative (Ramadanti & Sugiman, 2024). Pada kenyataannya, di banyak satuan pendidikan dasar dan menengah, transformasi dari simbol aljabar ke bentuk visual atau grafik masih menjadi hambatan konseptual yang signifikan bagi peserta didik (Kop et al., 2020).

Fenomena ini tampak jelas pada materi fungsi kuadrat, yang secara esensial menuntut pemahaman simultan terhadap representasi simbolik dan visual. Berdasarkan data evaluatif di kelas IX SMP Tirtamarta BPK PENABUR Cinere, ditemukan bahwa rata-rata ketuntasan peserta didik dalam materi prasyarat fungsi linear di kelas VIII hanya mencapai 45%. Keterbatasan dalam menafsirkan hubungan antara parameter aljabar dan bentuk grafik menghasilkan kesulitan dalam mengidentifikasi arah buka parabola, letak titik puncak, serta sumbu simetri.

Permasalahan tersebut menegaskan pentingnya pendekatan pedagogis yang mampu menjembatani pemahaman konseptual melalui media visual dinamis (Merkt & Huff, 2024). Dalam konteks ini, pendekatan berbasis inkuiri dengan dukungan teknologi digital menjadi relevan dan strategis (Arnal-Palacián et al., 2024). Pembelajaran inkuiri memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan melalui observasi, eksplorasi, eksperimen, dan refleksi (Wu et al., 2023). Ketika dikombinasikan dengan media pembelajaran berbasis teknologi seperti Desmos, proses ini dapat dimaksimalkan untuk memperkuat pemahaman representasi siswa (Chechan et al., 2024).

Desmos merupakan platform pembelajaran matematika berbasis web yang menyediakan kalkulator grafik interaktif serta berbagai aktivitas visual yang dirancang untuk menguatkan pemahaman konsep fungsi. Fitur Marbleslides: Parabolas memungkinkan siswa untuk memanipulasi parameter fungsi kuadrat dan mengamati perubahan grafik secara langsung. Penggunaan Desmos berkontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman konsep fungsi dan keterampilan berpikir visual matematis siswa (Chechan et al., 2024).

Penelitian internasional terkait efektivitas Desmos cukup berkembang, namun studi kontekstual di Indonesia, khususnya pada jenjang SMP dan pada materi fungsi kuadrat, masih terbatas. Mayoritas riset berfokus pada jenjang SMA (Haerunnisa et al., 2021; Durriah Hasibuan et al., 2024) atau perguruan tinggi (Meslita, 2022), sehingga diperlukan kajian yang secara spesifik menguji efektivitas Desmos dalam konteks pembelajaran matematika sekolah menengah pertama di Indonesia. Kesenjangan inilah yang hendak dijembatani melalui penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penggunaan media pembelajaran Desmos, khususnya fitur Marbleslides: Parabolas, dalam meningkatkan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat pada peserta didik kelas IX SMP. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empirik terhadap inovasi pembelajaran matematika berbasis teknologi yang kontekstual dan konstruktif.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tindakan kelas ini berpijak pada konstruktivisme, yang menekankan bahwa pembelajaran merupakan proses aktif di mana peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman, refleksi, dan interaksi sosial (Altaftazani et al., 2020). Dalam konteks pembelajaran matematika, pendekatan ini menuntut adanya lingkungan belajar yang mendorong eksplorasi, manipulasi konsep, dan visualisasi representasi abstrak (Lee et al.,

2024).

Dalam implementasinya di kelas matematika, teori ini diwujudkan melalui pendekatan pembelajaran inkuiri yang menempatkan siswa sebagai agen utama pembelajaran. Pendekatan ini mendorong keterlibatan aktif dalam mengajukan pertanyaan, merumuskan dugaan, menguji secara sistematis, dan menarik kesimpulan dari pengalaman visualisasi (Borkowski, 2024). Pembelajaran inkuiri terdiri atas enam tahapan: orientasi, konseptualisasi, investigasi, kesimpulan, diskusi, dan aplikasi. Pendekatan ini relevan untuk pembelajaran fungsi kuadrat, karena materi tersebut menuntut pemahaman konsep yang mendalam dan keterkaitan antara simbol matematis dan visualisasi grafik (Uwingabire et al., 2025).

Dalam pembelajaran matematika modern, media digital menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan kualitas visualisasi dan interaktivitas pembelajaran (Yesseikyzy et al., 2025). Salah satu media yang menonjol dalam hal ini adalah aplikasi Desmos. Desmos menyediakan kalkulator grafik interaktif dan fitur gamifikasi seperti Marbleslides: Parabolas yang memungkinkan siswa mengamati pengaruh langsung dari perubahan parameter terhadap bentuk grafik fungsi kuadrat. Penelitian oleh Chechan et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan Desmos meningkatkan pemahaman fungsi dan keterampilan analisis grafik siswa secara signifikan (Chechan et al., 2024).

Penelitian lain oleh Nurhayati dan Gunawan (2022) mengungkap bahwa representasi visual siswa yang menggunakan Desmos lebih baik dibandingkan dengan siswa yang menggunakan metode konvensional (Nurhayati & Gunawan, 2022). Temuan ini mendukung pentingnya teknologi visual sebagai penghubung antara representasi simbolik dan spasial dalam konteks pembelajaran fungsi kuadrat. Penelitian oleh Jihan dan Hendriana juga mendukung hal ini, di mana siswa menunjukkan peningkatan pemahaman konsep setelah menggunakan Desmos dalam pembelajaran trigonometri berbasis PTK (Jihan Nurhamidah & Arladia Hafsya, 2024). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian pada jenjang SMP, khususnya dalam konteks penggunaan fitur Marbleslides: Parabolas secara sistematis melalui tindakan kelas.

Dalam konteks penelitian ini, terdapat dua komponen yang menjadi perhatian yaitu penggunaan media pembelajaran digital Desmos sebagai strategi tindakan perbaikan dan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat siswa sebagai aspek yang ingin ditingkatkan. Kemampuan analisis grafik mencakup pengenalan bentuk umum fungsi kuadrat, pemahaman peran masing-masing parameter (a, b, dan c), serta interpretasi grafik berdasarkan bentuk vertex (Agus et al., 2025). Kesulitan siswa dalam aspek-aspek ini menjadi dasar identifikasi masalah awal tindakan.

Berdasarkan kajian teoretis dan hasil studi sebelumnya, tindakan perbaikan dirancang dengan mengintegrasikan media Desmos dalam pembelajaran inkuiri. Melalui tindakan ini, diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami hubungan antara bentuk aljabar dan grafik fungsi kuadrat secara visual, serta mampu melakukan analisis parameter dengan lebih reflektif. Oleh karena itu, kerangka pikir penelitian ini menekankan bahwa penerapan media Desmos secara terstruktur dan berulang dalam dua siklus pembelajaran akan membantu meningkatkan kemampuan analisis grafik siswa secara bertahap dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat melalui penggunaan media pembelajaran digital Desmos. PTK ini dilaksanakan dalam dua siklus, dengan masing-masing siklus terdiri atas empat tahapan: perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Desain ini mengacu pada model Kemmis dan McTaggart yang bersifat spiral dan reflektif (Kemmis et al., 2014).

Subjek penelitian adalah peserta didik kelas IX-B SMP Tirtamarta-BPK PENABUR Cinere yang berjumlah dua puluh delapan orang. Pemilihan kelas dilakukan secara purposif karena berdasarkan hasil evaluasi sebelumnya menunjukkan bahwa kelas ini memiliki capaian pembelajaran pada materi fungsi linear dan visualisasi grafik yang masih rendah.

Objek penelitian adalah efektivitas penggunaan media pembelajaran Desmos dalam meningkatkan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat. Operasionalisasi kemampuan analisis grafik dalam penelitian ini merujuk pada enam indikator, yaitu: (1) mengidentifikasi bentuk umum fungsi kuadrat, (2) memahami peran parameter a, b, dan c, (3) menafsirkan titik potong dan titik puncak, (4) menganalisis pengaruh nilai parameter terhadap bentuk grafik, (5) memanfaatkan bentuk vertex $y = a(x - x_p)^2 + y_p$, dan (6) menyelesaikan tantangan visualisasi grafik menggunakan Marbleslides di Desmos.

Metode pengumpulan data terdiri dari: (a) Tes tertulis pada awal dan akhir setiap siklus untuk mengukur kemampuan analisis grafik siswa, (b) Observasi terhadap aktivitas siswa selama pembelajaran dengan lembar observasi terstruktur, dan (c) Dokumentasi hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan tantangan grafik di platform Desmos.

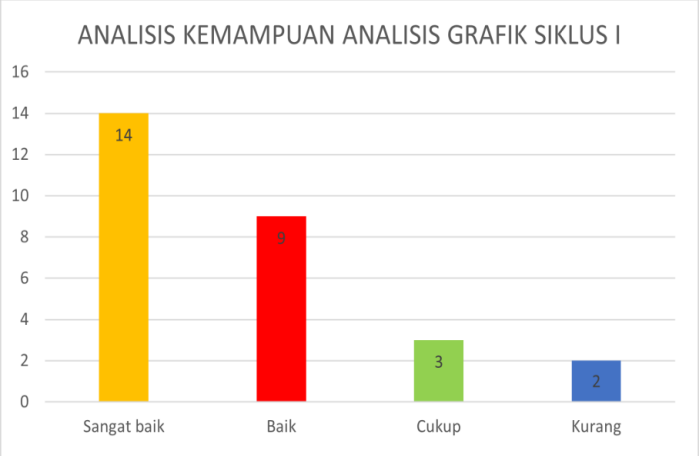
Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor tes siswa dianalisis dengan cara membandingkan persentase ketuntasan klasikal dan peningkatan kategori kemampuan yaitu sangat baik, baik, cukup, dan kurang dari siklus I ke siklus II. Sementara itu, data kualitatif dari hasil observasi dan refleksi dianalisis untuk mengevaluasi keterlibatan siswa, penggunaan fitur Desmos, dan kualitas diskusi serta pemahaman konsep.

Kriteria keberhasilan tindakan ditentukan berdasarkan peningkatan jumlah siswa yang mencapai kategori sangat baik dalam kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat (skor >= 80) serta keterlibatan aktif minimal delapan puluh persen siswa dalam kegiatan berbasis Desmos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

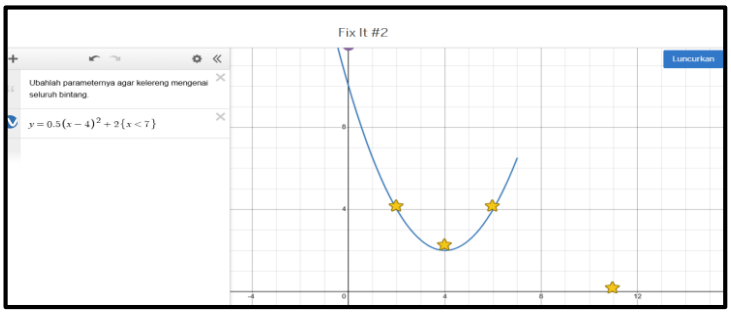
Pelaksanaan tindakan dalam dua siklus menunjukkan adanya peningkatan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat siswa kelas IX-B SMP Tirtamarta BPK Penabur Cinere. Sebelum tindakan dilakukan, hasil tes awal menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi parameter fungsi kuadrat dan menghubungkannya dengan bentuk grafik. Tujuh siswa atau 25% dapat mengerjakan dengan kategori sangat baik, sementara lebih dari lima puluh persen siswa berada dalam kategori cukup dan kurang.



Gambar 1. Analisis Kemampuan Grafik Siklus I

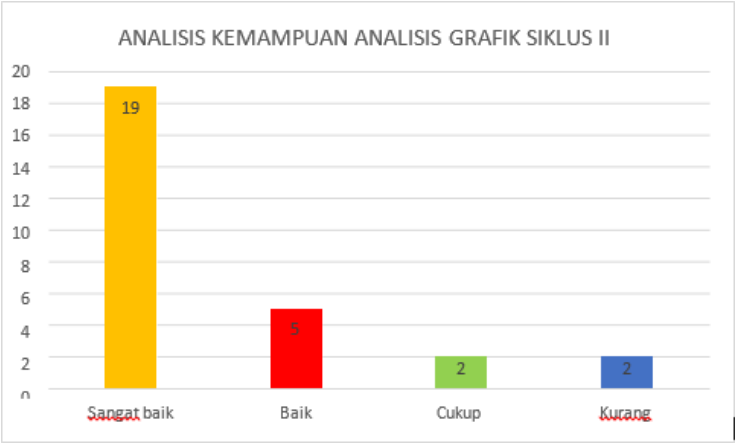
Pada Siklus I, setelah penerapan pembelajaran inkuiri berbantuan Desmos, terjadi peningkatan yang cukup signifikan. Data menunjukkan bahwa empat belas siswa (50 persen) mencapai kategori sangat baik dalam tes kemampuan analisis grafik, sembilan siswa (32,1 persen) berada pada kategori baik, dan hanya dua siswa (7,1 persen) masih berada pada kategori kurang. Siswa mulai mampu mengidentifikasi bentuk umum fungsi kuadrat, memanipulasi parameter, dan menghubungkan nilai a, b, dan c dengan perubahan grafik pada fitur Marbleslides: Parabolas.

Hasil refleksi dan observasi menunjukkan bahwa pada siklus I, beberapa siswa belum terbiasa dengan antarmuka Desmos dan masih memerlukan bimbingan dalam menggunakan fitur-fitur interaktif seperti slider dan trace.



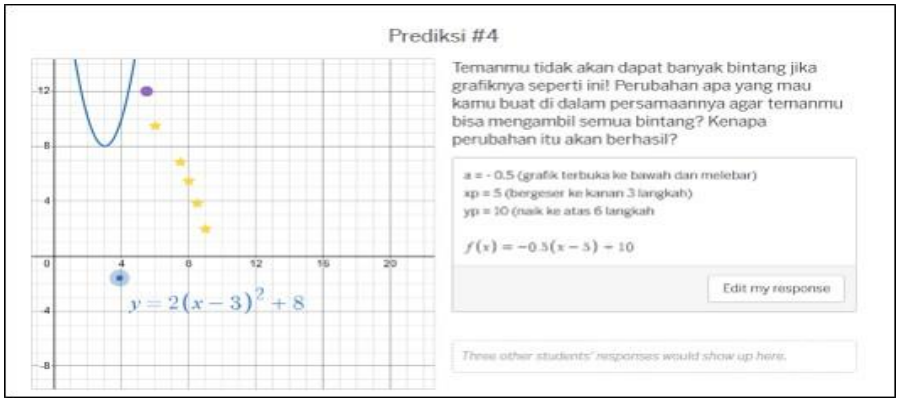
Gambar 2. Hasil Pekerjaan Siswa Kategori Sangat Baik

Pada Siklus II, perbaikan tindakan dilakukan dengan lebih menekankan latihan visualisasi individual, pemberian umpan balik langsung, serta scaffolding dalam menyelesaikan tantangan grafik. Hasil tes menunjukkan bahwa sembilan belas siswa atau 67,85% mencapai kategori sangat baik, lima siswa atau 17,85% berada pada kategori baik, dan hanya dua siswa yang masih dalam kategori cukup dan kurang.



Gambar 3. Analisis Kemampuan Grafik Siklus II

Peningkatan ini tidak hanya terlihat dari hasil tes, tetapi juga dari peningkatan keterlibatan siswa dalam proses inkuiri. Berdasarkan lembar observasi, lebih dari delapan puluh lima persen siswa aktif berdiskusi, mencoba berbagai kemungkinan bentuk grafik, dan memanfaatkan fitur dinamis Desmos secara mandiri.



Gambar 4. Hasil pekerjaan siswa (membuat prediksi) siklus II

Pembahasan

Peningkatan jumlah siswa yang mencapai kategori sangat baik dari siklus I ke siklus II menunjukkan bahwa integrasi media Desmos dalam pembelajaran fungsi kuadrat memberikan dampak positif terhadap pemahaman konseptual siswa. Media ini berfungsi efektif sebagai alat bantu visual interaktif yang mendorong eksplorasi hubungan antar parameter dan bentuk grafik secara langsung. Interaktivitas yang ditawarkan oleh Desmos mendorong siswa untuk mengeksplorasi hubungan antar parameter dan bentuk grafik secara langsung, yang secara kognitif mendukung proses konstruksi pengetahuan, sebagaimana dikemukakan dalam teori konstruktivisme (Altaftazani et al., 2020).

Peningkatan kemampuan siswa dalam menganalisis grafik selaras dengan temuan Chechan et al. (2024) yang menyatakan bahwa siswa yang belajar dengan Desmos menunjukkan peningkatan signifikan dalam memahami konsep fungsi dan representasi grafik. Penelitian oleh Nurhayati dan Gunawan (2022) juga menegaskan bahwa representasi matematis siswa meningkat secara bermakna ketika menggunakan media visual dinamis seperti Desmos. Visualisasi yang ditampilkan secara instan oleh Desmos membantu mengurangi *cognitive load* yang biasa terjadi dalam pembelajaran fungsi kuadrat, di mana siswa harus membayangkan transformasi grafik secara abstrak. Dalam konteks tindakan yang dilakukan, siswa tidak hanya melihat grafik secara pasif, tetapi juga bereksperimen dengan nilai-nilai parameter, menguji prediksi mereka, dan merefleksikan pola yang muncul. Proses ini menunjukkan bagaimana penggunaan teknologi mendukung metakognisi dalam belajar matematika.

Selain dari sisi kognitif, penggunaan Desmos juga terbukti mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, sebagaimana tercermin dari hasil observasi selama tindakan berlangsung. Visualisasi dinamis dan tantangan grafis yang ditawarkan oleh fitur Marbleslides menciptakan pembelajaran yang lebih menyenangkan dan mendorong siswa untuk berpikir kritis dalam menemukan solusi. Hal ini mendukung pandangan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri berbantuan teknologi dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih mindful, meaningful, dan joyful (Isroil et al., 2022).

Dengan demikian, tindakan pembelajaran melalui Desmos tidak hanya berhasil meningkatkan capaian kognitif siswa dalam menganalisis grafik fungsi kuadrat, tetapi juga mendukung pengembangan sikap ilmiah dan literasi numerasi siswa secara keseluruhan.

Namun, efektivitas media Desmos ini tidak lepas dari peran guru sebagai fasilitator yang

merancang pembelajaran inkuiri secara sistematis dan menyediakan pendampingan awal terhadap penggunaan teknologi. Ini menegaskan bahwa penguasaan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) menjadi krusial dalam mengoptimalkan media digital dalam pembelajaran. Guru tidak hanya dituntut menguasai konten matematika, tetapi juga strategi pedagogis yang sesuai dengan karakteristik media dan kesiapan siswa.

Temuan ini merefleksikan pentingnya pendekatan pedagogis yang menyatukan dimensi teknologi, konten, dan pedagogi (TPACK) dalam praktik nyata di kelas. Dalam konteks pembelajaran berbasis Kurikulum Merdeka, hal ini sejalan dengan tuntutan literasi numerasi abad dua puluh satu yang menekankan pembelajaran bermakna, berbasis pemahaman, dan responsif terhadap perkembangan teknologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian tindakan kelas ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan analisis grafik fungsi kuadrat melalui penerapan media pembelajaran digital Desmos dalam pembelajaran inkuiri matematika. Berdasarkan hasil pelaksanaan dua siklus tindakan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Desmos secara efektif mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap representasi grafik fungsi kuadrat, khususnya dalam hal memanipulasi parameter fungsi (a, b, dan c), menafsirkan bentuk parabola, serta menyelesaikan tantangan visual menggunakan fitur Marbleslides: Parabolas.

Peningkatan kemampuan siswa tercermin dari peningkatan kategori sangat baik dari dua puluh lima persen pada pra-tindakan menjadi lima puluh persen di siklus I dan enam puluh tujuh koma delapan lima persen di siklus II. Selain itu, tingkat keterlibatan aktif siswa dalam proses inkuiri visual juga meningkat, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil observasi yang mencatat lebih dari delapan puluh lima persen siswa aktif dalam proses eksplorasi dan diskusi.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati sebagai bahan pertimbangan dalam interpretasi hasil dan pengembangan studi lanjutan. Pertama, ruang lingkup penelitian terbatas pada satu kelas dengan jumlah peserta didik dua puluh delapan orang, sehingga generalisasi temuan tidak dapat dilakukan secara luas. Karakteristik siswa dalam kelas yang homogen secara akademik maupun digital literasi dapat memengaruhi dinamika hasil yang diperoleh.

Durasi tindakan yang hanya mencakup dua siklus pembelajaran mungkin belum cukup untuk melihat dampak jangka panjang dari penggunaan Desmos terhadap retensi konsep atau transfer ke materi lain. Siklus yang terbatas juga belum memungkinkan untuk mengobservasi perubahan strategi belajar siswa secara berkelanjutan.

Penggunaan Desmos memerlukan keterampilan teknis awal, baik dari guru maupun siswa. Meskipun antarmuka Desmos relatif intuitif, sebagian siswa tetap memerlukan waktu adaptasi untuk memahami fungsi slider, trace, dan fitur tantangan visual. Hal ini dapat memengaruhi efektivitas media dalam konteks kelas yang lebih beragam dari sisi kesiapan digital.

Penilaian keberhasilan tindakan didasarkan pada data deskriptif kuantitatif dan observasi kualitatif, tanpa adanya uji statistik inferensial. Meskipun pendekatan ini sesuai untuk PTK, namun tidak memungkinkan untuk mengukur signifikansi perbedaan secara statistik antara siklus atau antar kelompok.

Saran

Guru Matematika disarankan mengintegrasikan media pembelajaran digital seperti Desmos ke dalam proses pembelajaran matematika, terutama pada materi yang menuntut

pemahaman visual dan konseptual seperti fungsi kuadrat. Desmos dapat menjadi sarana untuk mendorong eksplorasi dan inkuiri siswa dalam memahami keterkaitan antara bentuk aljabar dan representasi grafik.

Pihak sekolah sebaiknya memberikan dukungan berupa pelatihan teknopedagogi bagi guru untuk meningkatkan kompetensi mereka dalam merancang pembelajaran berbasis teknologi interaktif. Implementasi teknologi seperti Desmos harus dikaitkan dengan strategi pembelajaran aktif seperti inquiry-based learning atau project-based learning.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan desain eksperimen kuasi atau pendekatan campuran (*mixed methods*) untuk menguji efektivitas Desmos secara lebih luas dan mendalam. Selain itu, disarankan untuk mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis Desmos yang dapat digunakan lintas jenjang dan topik, serta mengevaluasi dampak penggunaan media tersebut terhadap dimensi lain seperti motivasi belajar, pemecahan masalah, dan kolaborasi siswa.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk menyusun perangkat ajar atau kegiatan MGMP yang berbasis integrasi TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). Strategi ini mendukung pembelajaran numerasi yang sesuai dengan arah Kurikulum Merdeka dan penguatan Profil Pelajar Pancasila.

REFERENSI

Agus, R. N., Oktaviyanthi, R., & Sholahudin, U. (2025). From Time-Series Analysis to PCA Clustering: Exploring the Impact of Graphing Quadratic Worksheets on Mathematical Visual Thinking Skills. *Mathematics Education Journal*, *19*(1), 119–140. https://doi.org/10.22342/jpm.v19i1.pp119-140

Altaftazani, D. H., Rahayu, G. D. S., Kelana, J. B., Firdaus, A. R., & Wardani, D. S. (2020). Application of the constructivism approach to improve students' understanding of multiplication material. *Journal of Physics: Conference Series*, *1657*(1), 12007. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012007

Arnal-Palacián, M., Baeza, M. Á., & Claros-Mellado, J. (2024). Quadratic Functions Representation: Pencil and Paper vs GeoGebra. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, *29*(3), 165–178. https://doi.org/10.1564/tme_v29.3.04

Bicudo, M. A. V., Czarnocha, B., Rosa, M., & Marciniak, M. (2023). Ongoing advancements in philosophy of mathematics education. *Ongoing Advancements in Philosophy of Mathematics Education*, 1–469. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35209-6

Borkowski, A. S. (2024). A Blended Approach to Inquiry-Based Learning Using the Example of the Interdisciplinary Course of BIM in Spatial Management Studies: A Perspective of Students and Professor. *Education Sciences*, *14*(5), 14050444. https://doi.org/10.3390/educsci14050444

Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2024). Student strategies for digital tool use in mathematical problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2457361. https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2457361

Durriah Hasibuan, Asrul Asrul, & Machrani Adi Putri Siregar. (2024). Pengaruh Penggunaan Aplikasi Desmos Graphing Calculator Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *Jurnal Arjuna : Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, *2*(5), 60–68. https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i5.1177

Haerunnisa, N., Abdillah, Pramita, D., Mahsup, Mandailina, V., Syaharuddin, Anwar, Y. S., Sirajuddin, Sudarwo, R., & Anam, K. (2021). Efektivitas Pembelajaran Materi Program Linear Berbasis Aplikasi Desmos Terhadap Hasil Belajar Siswa [The Effectiveness of Learning Linear Program Material Based on Desmos Application on Student Learning Outcomes]. *Seminar Nasional Paedagoria [Paedagoria National Seminar]*, *1*(September), 1–8.

Isroil, A., Khairul Umam, A., & Supriyanto, S. (2022). Aplikasi Desmos Dalam Penyelesaian Masalah Persamaan Trigonometri. *Karangan: Jurnal Bidang Kependidikan, Pembelajaran, Dan Pengembangan*, *4*(1), 58–63. https://doi.org/10.55273/karangan.v4i1.171

Jihan Nurhamidah, & Arladia Hafsya. (2024). Pengembangan Keterampilan 4C (Critical, Thinking, Creativity, Communication, and Collaboration) dalam Pembelajaran IPS untuk Menjawab Tantangan Abad 21. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, *2*(1), 28–39. https://doi.org/10.62383/aliansi.v2i1.635

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). The action research planner: Doing critical participatory action research. *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*, 1–200. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2

Kop, P. M. G. M., Janssen, F. J. J. M., Drijvers, P. H. M., & van Driel, J. H. (2020). The relation between graphing formulas by hand and students' symbol sense. *Educational Studies in Mathematics*, *105*(2), 137–161. https://doi.org/10.1007/s10649-020-09970-3

Lee, N. H., Lee, J., Wong, Z. Y., Liu, M., & Wah, C. (2024). CONSTRUCTIVIST LEARNING DESIGN: A Pedagogical Innovation for the Singapore Mathematics Curriculum. *Developing Future-Ready Learners for a Global Age: Pedagogical Innovations in Singapore*, 89–102. https://doi.org/10.4324/9781003455721-9

Merkt, M., & Huff, M. (2024). Dynamic visualizations: How to overcome challenges and seize opportunities. *Designing Effective Digital Learning Environments*, 59–74. https://doi.org/10.4324/9781003386131-8

Meslita, R. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Desmos pada Materi Program Linear. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), 1857–1868. https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1409

Nurhayati, L., & Gunawan, I. (2022). Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Mahasiswa Teknik dengan Berbantuan Software Desmos Graphing Calculator. *Prisma*, *11*(1), 255. https://doi.org/10.35194/jp.v11i1.2221

Ramadanti, E., & Sugiman. (2024). Learning quadrilateral mathematics with contextual approaches in online learning. *AIP Conference Proceedings*, *2622*(1), 133858. https://doi.org/10.1063/5.0133858

Uwingabire, I., Ndagijimana, J. B., & Uworwabayeho, A. (2025). A Scoping Review of Multimedia Learning Theory in Teaching and Learning Quadratic Functions. *International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, *32*(2), 95–122. https://doi.org/10.18848/2327-7971/CGP/v32i02/95-122

Wu, L., Liu, Y., How, M. L., & He, S. (2023). Investigating Student-Generated Questioning in a Technology-Enabled Elementary Science Classroom: A Case Study. *Education Sciences*, *13*(2), 13020158. https://doi.org/10.3390/educsci13020158

Yesseikyzy, A., Smagulov, Y., Aldabergenova, A., & Ualiev, N. (2025). The impact of digital educational resources on enhancing logical thinking skills of future mathematics teachers. *Global Journal of Engineering Education*, *27*(1), 6–15.