

Media Grafik Berbasis Digital untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran Matematika

Mujahar Randanu

Madrasah Aliyah Negeri 19 Jakarta, Indonesia

Email: mujaharrandanuman19@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika melalui penggunaan media grafik berbasis digital. Penelitian menggunakan metode penelitian tindakan kelas model spiral yang dilaksanakan dalam dua siklus, meliputi perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI B MAN 19 Jakarta Selatan. Data dikumpulkan melalui tes hasil belajar, observasi keterlibatan siswa, dan dokumentasi, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan nilai rata-rata, ketuntasan klasikal, dan persentase keterlibatan. Hasil penelitian menunjukkan

peningkatan bertahap pada capaian belajar siswa. Nilai rata-rata meningkat dari 65 pada pra-siklus menjadi 72 pada siklus I dan 82 pada siklus II. Ketuntasan klasikal meningkat dari 37,5% menjadi 62,5% dan mencapai 87,5% pada siklus II. Keterlibatan siswa juga meningkat dari 63% pada siklus I menjadi 83% pada siklus II dengan kategori aktif. Dengan demikian, media grafik berbasis digital efektif meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa. Guru disarankan mengintegrasikan media grafik digital secara terencana, interaktif, dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika, terutama pada materi yang membutuhkan visualisasi data dan grafik.

Abstract: This study aimed to improve students' learning outcomes and engagement in mathematics learning through the use of digital graph-based media. The study employed classroom action research using a spiral model conducted in two cycles, consisting of planning, action, observation, and reflection. The participants were students of Grade XI B at MAN 19 South Jakarta. Data were collected through learning outcome tests, student engagement observations, and documentation, and were analyzed using quantitative descriptive techniques based on mean scores, classical mastery, and engagement percentages. The findings showed a gradual improvement in students' mathematics achievement. The mean score increased from 65 in the pre-cycle to 72 in cycle I and 82 in cycle II. Classical mastery improved from 37.5% to 62.5% and reached 87.5% in cycle II. Student engagement also increased from 63% in cycle I to 83% in cycle II, categorized as active. Therefore, digital graph-based media was effective in improving students' learning outcomes and engagement. Teachers are recommended to integrate digital graph media in a planned, interactive, and collaborative manner in mathematics learning.

Tersedia online di

<https://ojs.unublitar.ac.id/index.php/jtpdm>

Sejarah artikel

Diterima pada: 10 Maret 2026

Disetujui pada: 25 Maret 2026

Dipublikasikan pada: 30 Maret 2026

Kata kunci: Hasil Belajar; Keterlibatan Siswa; Media Grafik Digital; Pembelajaran Matematika

PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran fundamental yang berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan pemecahan masalah. Dalam konteks pendidikan menengah, penguasaan matematika tidak hanya diukur dari kemampuan siswa menyelesaikan soal secara prosedural, tetapi juga dari kemampuan mereka memahami konsep, menafsirkan representasi, menghubungkan ide-ide matematis, dan menggunakan pengetahuan tersebut dalam situasi yang lebih luas. Namun, pembelajaran matematika masih sering menghadapi

tantangan karena banyak konsep bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan representasi visual yang kuat. Materi yang berhubungan dengan grafik, fungsi, persamaan, geometri, statistika, dan hubungan antarvariabel sering kali tidak mudah dipahami apabila hanya disampaikan melalui penjelasan verbal atau simbolik. Kondisi ini menuntut guru untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih visual, interaktif, dan memberi ruang eksplorasi kepada siswa.

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang besar bagi pembelajaran matematika untuk bergerak dari pembelajaran konvensional menuju pembelajaran berbasis visualisasi dan interaksi. Integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika terbukti berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar, keterlibatan, motivasi, dan sikap positif siswa terhadap matematika (Hidayat & Firmanti, 2024). Dalam konteks ini, media grafik berbasis digital menjadi salah satu alternatif strategis karena mampu menghubungkan representasi simbolik, numerik, dan visual dalam satu lingkungan belajar yang dinamis. GeoGebra, misalnya, banyak digunakan sebagai perangkat lunak matematika dinamis karena memungkinkan siswa mengamati perubahan grafik, memanipulasi objek matematis, serta mengeksplorasi hubungan antara bentuk aljabar dan representasi visual secara langsung (Gökçe & Güner, 2022). Dengan demikian, teknologi tidak hanya berperan sebagai alat bantu presentasi guru, tetapi juga sebagai media kognitif yang dapat membantu siswa membangun pemahaman melalui pengalaman belajar aktif.

Meskipun potensi teknologi pembelajaran matematika semakin kuat, realitas di kelas menunjukkan bahwa penggunaan media digital belum selalu diikuti oleh keterlibatan siswa yang optimal. Pembelajaran matematika masih sering didominasi oleh ceramah, latihan mekanistik, dan penyelesaian soal secara satu arah. Akibatnya, siswa cenderung pasif, kurang bertanya, tidak aktif berdiskusi, dan kurang memiliki kesempatan untuk membangun pemahaman melalui eksplorasi. Masalah ini menjadi semakin penting karena keterlibatan siswa merupakan salah satu prasyarat penting bagi terbentuknya pemahaman konsep dan hasil belajar yang lebih baik. Hidayat et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra berpengaruh terhadap pemahaman konsep dan keterlibatan siswa pada topik fungsi kuadrat, serta terdapat hubungan antara keterlibatan siswa dan pemahaman konseptual. Temuan ini menegaskan bahwa pembelajaran matematika berbasis media digital tidak cukup hanya menampilkan visualisasi, tetapi harus dirancang untuk mendorong aktivitas belajar, interaksi, dan partisipasi siswa.

Sejumlah penelitian mutakhir memperlihatkan bahwa media berbasis GeoGebra dan visualisasi digital efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Meta-analisis Juandi et al. (2021) menemukan bahwa penggunaan GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap pembelajaran matematika, terutama ketika digunakan untuk membantu siswa memahami konsep dan representasi matematis. Uwurukundo et al. (2022) juga membuktikan bahwa siswa yang belajar geometri tiga dimensi dengan GeoGebra memperoleh capaian lebih baik dibandingkan siswa yang belajar tanpa GeoGebra. Pada konteks lain, Yatim et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi pendekatan brain-based teaching dengan GeoGebra mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Hasil serupa juga terlihat pada penelitian Septian dan Monariska (2021), yang menemukan bahwa permainan edukatif berbasis GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan pemahaman matematis dan motivasi belajar siswa. Rangkaian temuan tersebut menunjukkan bahwa media grafik digital memiliki kontribusi kuat dalam membantu siswa memahami konsep matematika yang abstrak.

Selain berdampak pada hasil belajar, media digital juga berhubungan dengan peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Hussein et al. (2022) melalui kajian sistematis tentang pembelajaran matematika berbasis permainan digital di jenjang K-12, menegaskan bahwa teknologi pembelajaran dapat meningkatkan minat, motivasi, dan partisipasi siswa. Ishartono et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi GeoGebra dalam flipped learning dapat meningkatkan kemandirian belajar

siswa, sedangkan Hadi dan Faradillah (2022) menemukan bahwa GeoGebra online berbasis guided inquiry dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar. Temuan ini memperlihatkan bahwa keterlibatan siswa bukan hanya tampak dari keaktifan bertanya atau berdiskusi, tetapi juga dari kemampuan menggunakan media, mengamati perubahan visual, menguji dugaan, dan menyelesaikan tugas secara mandiri. Dengan kata lain, media grafik digital dapat menjadi sarana untuk mengubah siswa dari penerima informasi menjadi peserta aktif dalam pembelajaran matematika.

Dalam konteks Indonesia, penelitian tentang GeoGebra dan media digital matematika terus berkembang. Kurniati et al. (2022) mengembangkan media berbantuan GeoGebra pada sistem pertidaksamaan linear-kuadrat dan menunjukkan bahwa media tersebut valid, praktis, serta efektif meningkatkan literasi matematika siswa. Rochim et al. (2021) melaporkan bahwa video pembelajaran berbantuan GeoGebra membantu siswa memahami fungsi kuadrat. Faizah et al. (2023) mengembangkan e-modul transformasi geometri berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa, sedangkan Wijaya et al. (2023) mengembangkan media GeoGebra yang dapat meningkatkan minat belajar pada materi bangun ruang sisi datar. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa GeoGebra dapat dipadukan dengan project-based learning, blended learning, realistic mathematics education, dan ICT-based learning untuk memperkaya proses belajar matematika (Hardiyanto et al., 2024; Kholid et al., 2022; Meryansumayeka et al., 2022; Samura & Darhim, 2023).

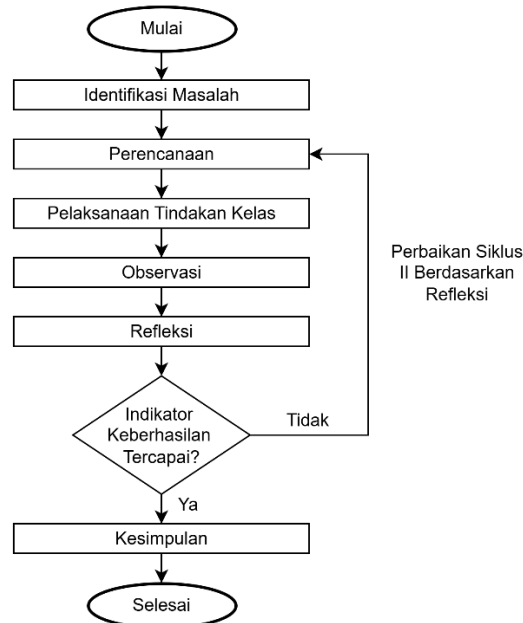
Namun demikian, masih terdapat celah penelitian yang perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menempatkan GeoGebra sebagai perangkat lunak untuk meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, kemampuan kreatif, literasi matematika, atau minat belajar. Sementara itu, penelitian yang secara langsung mengaitkan media grafik berbasis digital dengan dua indikator kelas yang praktis dan terukur, yaitu hasil belajar dan keterlibatan siswa, masih perlu diperkuat, terutama dalam konteks pembelajaran matematika di madrasah/sekolah menengah. Azis dan Rohaeti (2025) juga menegaskan bahwa meskipun GeoGebra memiliki banyak manfaat dalam berbagai lingkungan pembelajaran, implementasinya tetap membutuhkan desain komponen belajar yang tepat agar penggunaannya tidak berhenti sebagai alat visual semata. Artinya, efektivitas media grafik digital sangat bergantung pada bagaimana guru merancang aktivitas pembelajaran, memfasilitasi interaksi siswa, memberikan tugas eksploratif, dan melakukan refleksi perbaikan pembelajaran.

Berdasarkan fenomena, masalah, dan celah tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk menguji bagaimana media grafik berbasis digital dapat digunakan secara terencana dalam meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokusnya yang menggabungkan peningkatan capaian kognitif dan keterlibatan belajar melalui tindakan kelas berbasis media grafik digital. Dengan menggunakan pendekatan penelitian tindakan kelas, penelitian ini tidak hanya menilai efektivitas media dari hasil akhir, tetapi juga memperhatikan proses perbaikan pembelajaran melalui siklus tindakan, observasi, dan refleksi. Oleh karena itu, penelitian berjudul "Media Grafik Berbasis Digital untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran Matematika" diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dan praktis bagi pengembangan pembelajaran matematika yang lebih visual, interaktif, dan berpusat pada siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) atau *classroom action research* dengan model spiral yang terdiri atas tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi secara berulang. Model ini dipilih karena sesuai untuk memperbaiki proses pembelajaran secara langsung di kelas melalui tindakan yang dirancang, diamati, dievaluasi, dan disempurnakan pada siklus berikutnya.

(Arikunto et al., 2015; Kemmis & McTaggart, 1988) Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus pada pembelajaran matematika kelas XI B MAN 19 Jakarta Selatan Tahun Pelajaran 2025/2026, dengan subjek penelitian siswa kelas XI B dan objek penelitian berupa hasil belajar matematika serta keterlibatan siswa melalui penggunaan media grafik berbasis digital. Pada siklus I, guru menyusun perangkat pembelajaran, menyiapkan media grafik digital, melaksanakan pembelajaran, mengamati aktivitas siswa, memberikan tes hasil belajar, dan melakukan refleksi. Hasil refleksi siklus I digunakan untuk memperbaiki tindakan pada siklus II, terutama dalam mengoptimalkan penggunaan media, meningkatkan interaksi, dan mendorong partisipasi siswa. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, tes, dan dokumentasi, sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif melalui perhitungan nilai rata-rata, ketuntasan klasikal, dan persentase keterlibatan siswa. Indikator keberhasilan ditetapkan apabila ketuntasan klasikal mencapai minimal 85% dan keterlibatan siswa berada pada kategori minimal aktif. Penggunaan media grafik digital dipandang relevan karena visualisasi interaktif seperti GeoGebra dapat mendukung pemahaman konsep dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika (Hidayat et al., 2024).



Gambar 1. *Branching Flowchart* Penelitian Tindakan Kelas
 Sumber: Diadaptasi dari model PTK Kemmis & McTaggart (1988)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kondisi Awal Pembelajaran Matematika

Sebelum tindakan dilakukan, pembelajaran matematika di kelas XI B masih menunjukkan beberapa kendala utama, yaitu pembelajaran yang cenderung didominasi metode ceramah, rendahnya partisipasi siswa, dan belum optimalnya pemahaman siswa terhadap materi yang membutuhkan representasi visual. Kondisi ini terlihat dari hasil tes awal yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Pada tahap pra-siklus, nilai rata-rata siswa hanya mencapai 65, dengan 12 siswa yang tuntas dari total 32 siswa. Dengan demikian, ketuntasan klasikal baru mencapai 37,5%, jauh di bawah indikator keberhasilan penelitian yang ditetapkan, yaitu minimal 85% siswa mencapai KKM. Data ini menunjukkan bahwa diperlukan tindakan pembelajaran yang lebih interaktif dan visual agar siswa dapat memahami konsep matematika secara lebih konkret.

Tabel 1. Hasil Belajar Siswa pada Pra-Siklus

No.	Indikator	Hasil Pra-Siklus
1	Nilai rata-rata	65
2	Jumlah siswa tuntas	12
3	Jumlah siswa	32
4	Ketuntasan klasikal	37,5%

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Berdasarkan Tabel 1, kondisi awal siswa menunjukkan bahwa capaian hasil belajar belum memenuhi standar keberhasilan. Rendahnya ketuntasan klasikal mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi matematika, terutama materi yang berkaitan dengan penyajian data dan representasi grafik. Oleh karena itu, media grafik berbasis digital digunakan sebagai tindakan pembelajaran untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep secara lebih jelas dan mendorong keterlibatan mereka dalam proses belajar.

Hasil Tindakan pada Siklus I

Pada siklus I, pembelajaran mulai dilaksanakan dengan menggunakan media grafik berbasis digital. Guru memperkenalkan media tersebut dalam penyajian materi, kemudian siswa diarahkan untuk mengamati grafik, mengikuti penjelasan guru, berdiskusi, dan menyelesaikan tugas. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa mulai menunjukkan ketertarikan terhadap pembelajaran, meskipun belum semua siswa aktif secara merata. Beberapa siswa masih tampak ragu dalam bertanya, belum terbiasa menggunakan media digital, dan masih memerlukan arahan guru dalam memahami hubungan antara data, grafik, dan konsep matematika.

Tabel 2. Keterlibatan Siswa pada Siklus I

No.	Aspek Keterlibatan Siswa	Persentase
1	Memperhatikan pembelajaran	70%
2	Bertanya	55%
3	Berdiskusi	60%
4	Mengerjakan tugas	68%
	Rata-rata	63%
	Kategori	Cukup aktif

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Tabel 2 menunjukkan bahwa keterlibatan siswa pada siklus I berada pada kategori cukup aktif dengan rata-rata 63%. Aspek memperhatikan pembelajaran memperoleh persentase tertinggi, yaitu 70%, sedangkan aspek bertanya masih menjadi aspek terendah, yaitu 55%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media grafik berbasis digital mulai menarik perhatian siswa, tetapi belum sepenuhnya mendorong keberanian siswa untuk bertanya dan mengemukakan pendapat. Hasil belajar siswa pada siklus I juga mengalami peningkatan dibandingkan pra-siklus. Nilai rata-rata meningkat dari 65 menjadi 72. Jumlah siswa yang mencapai KKM meningkat dari 12 siswa menjadi 20 siswa, sehingga ketuntasan klasikal meningkat dari 37,5% menjadi 62,5%.

Tabel 3. Hasil Belajar Siswa pada Siklus I

No.	Indikator	Hasil Siklus I
1	Nilai rata-rata	72
2	Jumlah siswa tuntas	20
3	Jumlah siswa	32
4	Ketuntasan klasikal	62,5%

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Meskipun terjadi peningkatan, hasil pada siklus I belum mencapai indikator keberhasilan. Ketuntasan klasikal masih berada di bawah target minimal 85%. Refleksi siklus I menunjukkan bahwa beberapa siswa belum terbiasa menggunakan media

digital, interaksi antarsiswa belum optimal, dan guru masih perlu memberikan bimbingan yang lebih intensif. Oleh karena itu, tindakan dilanjutkan ke siklus II dengan perbaikan pada strategi pembelajaran, penguatan aktivitas kolaboratif, dan optimalisasi penggunaan media grafik digital.

Hasil Tindakan pada Siklus II

Pada siklus II, pembelajaran diperbaiki berdasarkan hasil refleksi siklus I. Guru memberikan arahan yang lebih jelas dalam penggunaan media grafik digital, meningkatkan kesempatan siswa untuk berdiskusi, dan mendorong siswa untuk lebih aktif dalam mengamati, bertanya, serta menyelesaikan tugas. Pembelajaran juga dibuat lebih kolaboratif sehingga siswa tidak hanya menerima penjelasan guru, tetapi juga terlibat dalam proses eksplorasi grafik dan pemecahan masalah.

Tabel 4. Keterlibatan Siswa pada Siklus II

No.	Aspek Keterlibatan Siswa	Persentase
1	Memperhatikan pembelajaran	85%
2	Bertanya	78%
3	Berdiskusi	83%
4	Mengerjakan tugas	88%
	Rata-rata	83%
	Kategori	Aktif

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Berdasarkan Tabel 4, keterlibatan siswa meningkat secara nyata pada siklus II. Rata-rata keterlibatan siswa mencapai 83% dan berada pada kategori aktif. Peningkatan paling menonjol terlihat pada aspek bertanya, yang naik dari 55% pada siklus I menjadi 78% pada siklus II. Aspek berdiskusi juga meningkat dari 60% menjadi 83%, sedangkan aspek mengerjakan tugas mencapai 88%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media grafik berbasis digital yang disertai dengan bimbingan dan aktivitas kolaboratif mampu mendorong siswa untuk lebih terlibat dalam proses pembelajaran.

Hasil belajar siswa pada siklus II juga mengalami peningkatan. Nilai rata-rata siswa mencapai 82, jumlah siswa yang tuntas meningkat menjadi 28 siswa, dan ketuntasan klasikal mencapai 87,5%. Dengan demikian, indikator keberhasilan penelitian telah tercapai karena ketuntasan klasikal telah melampaui batas minimal 85%.

Tabel 5. Hasil Belajar Siswa pada Siklus II

No.	Indikator	Hasil Siklus II
1	Nilai rata-rata	82
2	Jumlah siswa tuntas	28
3	Jumlah siswa	32
4	Ketuntasan klasikal	87,5%

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa tindakan yang dilakukan pada siklus II berhasil meningkatkan hasil belajar siswa secara klasikal. Peningkatan ini menunjukkan bahwa media grafik berbasis digital dapat membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih konkret melalui visualisasi, sekaligus meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran.

Perbandingan Hasil Belajar Antar-Siklus

Perbandingan hasil belajar dari pra-siklus, siklus I, dan siklus II menunjukkan adanya peningkatan bertahap setelah diterapkannya media grafik berbasis digital. Nilai rata-rata siswa meningkat dari 65 pada pra-siklus menjadi 72 pada siklus I, kemudian meningkat lagi menjadi 82 pada siklus II. Selain itu, ketuntasan klasikal meningkat dari 37,5% pada pra-siklus menjadi 62,5% pada siklus I, dan mencapai 87,5% pada siklus II.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Belajar Siswa Antar-Siklus

<i>Tahap Penelitian</i>	<i>Nilai Rata-rata</i>	<i>Jumlah Siswa Tuntas</i>	<i>Ketuntasan Klasikal</i>
<i>Pra-siklus</i>	65	12	37,5%
<i>Siklus I</i>	72	20	62,5%
<i>Siklus II</i>	82	28	87,5%

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Peningkatan nilai rata-rata dari pra-siklus ke siklus I sebesar 7 poin, sedangkan peningkatan dari siklus I ke siklus II sebesar 10 poin. Secara keseluruhan, nilai rata-rata meningkat sebesar 17 poin. Peningkatan ketuntasan klasikal juga terlihat cukup besar, yaitu naik 25 poin persentase dari pra-siklus ke siklus I, kemudian naik lagi 25 poin persentase dari siklus I ke siklus II. Secara keseluruhan, ketuntasan klasikal meningkat sebesar 50 poin persentase. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa media grafik berbasis digital berkontribusi terhadap perbaikan capaian belajar siswa.

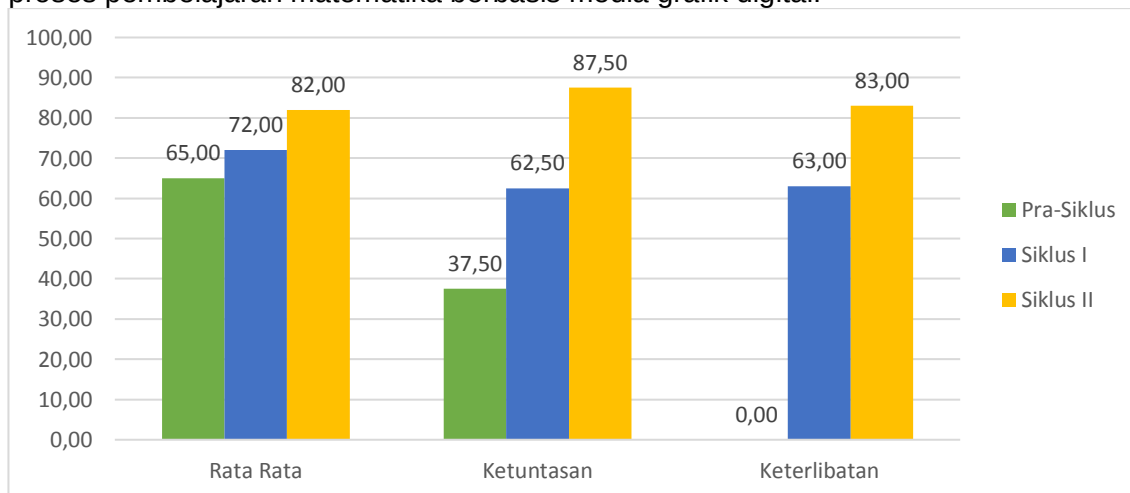
Perbandingan Keterlibatan Siswa Antar-Siklus

Selain meningkatkan hasil belajar, penggunaan media grafik berbasis digital juga meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Pada siklus I, rata-rata keterlibatan siswa mencapai 63% dan berada pada kategori cukup aktif. Setelah dilakukan perbaikan pembelajaran pada siklus II, rata-rata keterlibatan siswa meningkat menjadi 83% dan berada pada kategori aktif.

Tabel 7. Perbandingan Keterlibatan Siswa Antar-Siklus

<i>Tahap Penelitian</i>	<i>Persentase Keterlibatan</i>	<i>Kategori</i>
<i>Siklus I</i>	63%	Cukup aktif
<i>Siklus II</i>	83%	Aktif

Peningkatan keterlibatan siswa sebesar 20 poin persentase menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis media grafik digital mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan interaktif. Siswa tidak hanya memperhatikan penjelasan guru, tetapi juga lebih aktif bertanya, berdiskusi, dan mengerjakan tugas. Dengan demikian, media grafik digital tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga menjadi sarana untuk mendorong keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran matematika. Untuk memperjelas pola peningkatan hasil belajar dan keterlibatan siswa selama pelaksanaan tindakan, data nilai rata-rata, ketuntasan klasikal, dan keterlibatan siswa divisualisasikan pada Gambar 2. Visualisasi ini menunjukkan bahwa peningkatan tidak hanya terjadi pada capaian kognitif siswa, tetapi juga pada partisipasi mereka dalam proses pembelajaran matematika berbasis media grafik digital.


Gambar 2. Tren Peningkatan Hasil Belajar dan Keterlibatan Siswa

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Capaian Indikator Keberhasilan Penelitian

Indikator keberhasilan penelitian ditetapkan berdasarkan dua aspek utama, yaitu hasil belajar dan keterlibatan siswa. Hasil belajar dikatakan berhasil apabila ketuntasan klasikal mencapai minimal 85%, sedangkan keterlibatan siswa dikatakan berhasil apabila berada pada kategori minimal aktif. Berdasarkan hasil siklus II, ketuntasan klasikal mencapai 87,5% dan keterlibatan siswa mencapai 83% dengan kategori aktif. Dengan demikian, kedua indikator keberhasilan penelitian telah tercapai.

Tabel 8. Capaian Indikator Keberhasilan Penelitian

Aspek	Indikator Keberhasilan	Hasil Siklus II	Keterangan
Hasil belajar	Ketuntasan klasikal $\geq 85\%$	87,5%	Tercapai
Keterlibatan siswa	Minimal kategori aktif	83%	Tercapai

Sumber: Hasil olah data peneliti, 2026

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media grafik berbasis digital mampu meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Peningkatan terjadi secara bertahap dari pra-siklus ke siklus I dan semakin kuat pada siklus II setelah dilakukan perbaikan pembelajaran. Hasil ini menunjukkan bahwa media grafik digital efektif digunakan sebagai strategi pembelajaran untuk membantu siswa memahami konsep matematika secara visual, meningkatkan partisipasi, dan memperbaiki capaian belajar secara klasikal.

Pembahasan

Kebutuhan Visualisasi Digital pada Kondisi Awal Pembelajaran

Temuan pada tahap pra-siklus menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih menghadapi persoalan mendasar, yaitu rendahnya hasil belajar dan terbatasnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Nilai rata-rata siswa pada tahap awal hanya mencapai 65 dengan ketuntasan klasikal 37,5%. Kondisi ini memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa belum mencapai standar ketuntasan, sehingga pembelajaran perlu diperbaiki melalui strategi yang lebih visual, interaktif, dan berpusat pada siswa. Rendahnya capaian awal tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik matematika yang abstrak, terutama pada materi yang menuntut kemampuan membaca, menafsirkan, dan menyajikan data dalam bentuk grafik. Ketika pembelajaran hanya bertumpu pada ceramah dan latihan prosedural, siswa cenderung memahami matematika sebagai kumpulan rumus, bukan sebagai hubungan antarrepresentasi. Oleh karena itu, media grafik berbasis digital menjadi relevan karena dapat membantu siswa melihat hubungan antara data, simbol, dan bentuk visual secara lebih konkret. Yohannes dan Chen (2023) menegaskan bahwa GeoGebra banyak digunakan dalam pendidikan matematika karena mampu mendukung visualisasi, eksplorasi konsep, dan interaksi siswa dengan objek matematis. Sejalan dengan itu, Zhang et al. (2025) menunjukkan bahwa visualisasi dinamis berbasis GeoGebra memiliki efek positif terhadap capaian belajar matematika karena siswa dapat mengamati perubahan objek atau grafik secara langsung. Dengan demikian, kondisi awal penelitian ini memperkuat kebutuhan terhadap pembelajaran matematika yang tidak hanya menjelaskan konsep, tetapi juga memvisualisasikan konsep agar lebih mudah dipahami siswa.

Dampak Awal Siklus I: Media Digital Mulai Mendorong Perhatian, tetapi Belum Mengoptimalkan Partisipasi

Pada siklus I, penggunaan media grafik berbasis digital mulai menghasilkan peningkatan hasil belajar. Nilai rata-rata siswa meningkat dari 65 menjadi 72, sedangkan ketuntasan klasikal meningkat dari 37,5% menjadi 62,5%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa mulai memperoleh manfaat dari penyajian konsep matematika melalui media visual digital. Media grafik membantu siswa mengamati pola, membandingkan informasi, serta menghubungkan data dengan bentuk grafik. Temuan ini sejalan dengan Liburd dan Jen (2021), yang menunjukkan bahwa pendekatan teknologi dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan capaian siswa karena teknologi

menyediakan sumber visual dan pengalaman belajar yang lebih menarik. Kounlaxay et al. (2021) juga menegaskan bahwa media matematika berbasis teknologi visual, termasuk augmented reality dan GeoGebra, dapat membantu siswa memahami objek matematis secara lebih konkret. Namun, keterlibatan siswa pada siklus I masih berada pada kategori cukup aktif dengan rata-rata 63%. Aspek bertanya menjadi indikator terendah, yaitu 55%, yang menunjukkan bahwa media digital belum otomatis membuat seluruh siswa berani berpartisipasi. Temuan ini penting karena teknologi pembelajaran tidak bekerja secara mekanis; efektivitasnya sangat bergantung pada desain aktivitas, instruksi guru, dan kesempatan siswa untuk berinteraksi. Ní Shé et al. (2023) menjelaskan bahwa keterlibatan siswa dalam sumber belajar berbasis teknologi tidak hanya ditentukan oleh keberadaan teknologi, tetapi oleh cara teknologi tersebut digunakan untuk membangun aktivitas belajar yang bermakna. Oleh karena itu, hasil siklus I menunjukkan bahwa media grafik digital telah meningkatkan perhatian dan capaian awal siswa, tetapi masih memerlukan penguatan pada aspek partisipasi aktif, diskusi, dan keberanian siswa dalam bertanya.

Perbaikan Siklus II: Optimalisasi Media, Bimbingan Guru, dan Aktivitas Kolaboratif

Peningkatan yang lebih kuat terjadi pada siklus II setelah guru melakukan perbaikan berdasarkan refleksi siklus I. Perbaikan tindakan dilakukan melalui pemberian arahan yang lebih jelas dalam penggunaan media grafik digital, penguatan diskusi, peningkatan interaksi, dan pemberian bimbingan yang lebih intensif kepada siswa. Hasilnya, nilai rata-rata siswa meningkat menjadi 82 dan ketuntasan klasikal mencapai 87,5%, sehingga indikator keberhasilan penelitian terpenuhi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa keberhasilan media grafik digital tidak hanya terletak pada penggunaan aplikasinya, tetapi pada bagaimana guru mengelola proses pembelajaran. Yildiz dan Arpacı (2024) menekankan bahwa niat dan keberhasilan penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika dipengaruhi oleh pengetahuan pedagogis-teknologis guru. Artinya, guru perlu memahami cara mengaitkan teknologi dengan materi, strategi pembelajaran, dan kebutuhan siswa. Pada siklus II, media grafik digital tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat demonstrasi, tetapi menjadi sarana eksplorasi dan diskusi. Hal ini sejalan dengan Rachmawati et al. (2023), yang menunjukkan bahwa pendekatan open-ended berbantuan GeoGebra dapat memperkuat proses berpikir matematis karena siswa diberi ruang untuk mengeksplorasi lebih dari satu strategi penyelesaian. Yullah et al. (2022) juga menemukan bahwa discovery learning berbantuan GeoGebra efektif untuk mendukung kemampuan berpikir kreatif siswa. Dengan demikian, keberhasilan siklus II memperlihatkan bahwa media grafik digital menjadi lebih efektif ketika dipadukan dengan pembelajaran aktif, kolaboratif, dan reflektif.

Peningkatan Hasil Belajar: Visualisasi Digital sebagai Jembatan Pemahaman Konsep

Peningkatan hasil belajar dari pra-siklus hingga siklus II memperlihatkan bahwa media grafik berbasis digital berperan sebagai jembatan antara konsep matematika yang abstrak dan pemahaman siswa yang lebih konkret. Secara keseluruhan, nilai rata-rata meningkat sebesar 17 poin, sedangkan ketuntasan klasikal meningkat sebesar 50 poin persentase. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa siswa lebih mudah memahami materi ketika konsep matematika disajikan dalam bentuk visual yang dapat diamati dan dimanipulasi. Temuan ini konsisten dengan Juandi et al. (2021), yang melalui meta-analisis menunjukkan bahwa GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap pembelajaran matematika. Hasil ini juga diperkuat oleh Uwurukundo et al. (2022), yang menemukan bahwa penggunaan GeoGebra meningkatkan capaian siswa pada geometri tiga dimensi. Dalam konteks pembelajaran berbasis grafik, digitalisasi media memberi kesempatan kepada siswa untuk melihat perubahan grafik secara langsung, memahami hubungan antarvariabel, dan menafsirkan informasi visual secara lebih tepat. Ulfayani et al. (2023) menunjukkan bahwa pengembangan applet GeoGebra pada materi sistem koordinat dinilai valid sebagai media pembelajaran karena mampu menghadirkan representasi visual yang sesuai dengan karakteristik materi. Asdarina

dan Khatimah (2021) juga menemukan bahwa modul pembelajaran matriks berbantuan GeoGebra valid, praktis, dan efektif, dengan ketuntasan belajar siswa mencapai 85,7%. Temuan-temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa penggunaan media grafik digital mampu memperkuat pemahaman konseptual dan meningkatkan capaian belajar siswa, khususnya pada materi yang membutuhkan representasi visual.

Peningkatan Keterlibatan Siswa: Dari Penerima Informasi Menjadi Peserta Aktif

Selain meningkatkan hasil belajar, penelitian ini menunjukkan peningkatan keterlibatan siswa dari 63% pada siklus I menjadi 83% pada siklus II. Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan peran siswa dari penerima informasi menjadi peserta aktif dalam pembelajaran. Pada siklus II, siswa lebih aktif memperhatikan pembelajaran, bertanya, berdiskusi, dan mengerjakan tugas. Keterlibatan ini penting karena pembelajaran matematika tidak cukup hanya menghasilkan jawaban benar, tetapi juga perlu membangun proses berpikir, keberanian bertanya, dan kemampuan menjelaskan hubungan konsep. Hidayat et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra berhubungan dengan peningkatan pemahaman konsep dan engagement siswa dalam pembelajaran matematika. Hussein et al. (2022) juga menegaskan bahwa teknologi pembelajaran digital dapat meningkatkan minat, motivasi, dan partisipasi siswa. Dalam penelitian ini, peningkatan keterlibatan terjadi karena media grafik digital memberikan objek visual yang dapat diamati bersama, sehingga siswa memiliki dasar yang lebih konkret untuk bertanya dan berdiskusi. Septian dan Monariska (2021) menemukan bahwa permainan edukatif berbasis GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman matematis dan motivasi belajar siswa, sedangkan Wijaya et al. (2023) menunjukkan bahwa media GeoGebra dapat meningkatkan minat belajar. Artinya, keterlibatan siswa meningkat ketika media digital tidak hanya ditampilkan oleh guru, tetapi digunakan sebagai alat untuk membangun interaksi, diskusi, dan penyelesaian masalah. Dengan demikian, media grafik berbasis digital dapat menciptakan pembelajaran yang lebih partisipatif dan mendukung keterlibatan kognitif, sosial, serta emosional siswa.

Capaian Indikator Keberhasilan dan Implikasi terhadap Praktik Pembelajaran Matematika

Capaian siklus II menunjukkan bahwa indikator keberhasilan penelitian telah terpenuhi. Ketuntasan klasikal mencapai 87,5%, melampaui target minimal 85%, sedangkan keterlibatan siswa mencapai 83% dan berada pada kategori aktif. Capaian ini menegaskan bahwa media grafik berbasis digital efektif digunakan sebagai strategi pembelajaran matematika, terutama ketika diterapkan melalui siklus perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa teknologi pembelajaran harus diposisikan sebagai bagian dari desain pedagogis, bukan sekadar alat bantu tambahan. Azis dan Rohaeti (2025) menegaskan bahwa implementasi GeoGebra memiliki manfaat besar, tetapi tetap menghadapi tantangan apabila guru tidak merancang aktivitas belajar secara tepat. Oleh karena itu, guru perlu memastikan bahwa media grafik digital digunakan untuk membangun pengalaman belajar yang eksploratif, bukan hanya untuk memperindah penyajian materi. Kholid et al. (2022) menunjukkan bahwa GeoGebra dapat menjadi alat dinamis dalam project-based learning, sedangkan Meryansumayeka et al. (2022) menekankan bahwa aktivitas geometri berbantuan ICT dapat mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam konteks penelitian ini, implikasinya adalah guru matematika perlu memulai pembelajaran dengan masalah atau data kontekstual, menampilkan visualisasi grafik, membimbing siswa membaca hubungan antarvariabel, mendorong diskusi, dan mengakhiri pembelajaran dengan refleksi. Dengan cara tersebut, media grafik digital tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memperkuat keterlibatan siswa. Penelitian ini juga memberi pesan praktis bahwa keberhasilan pembelajaran digital membutuhkan kesiapan guru, ketersediaan perangkat, desain tugas yang eksploratif, serta pembiasaan siswa dalam menggunakan media digital. Dengan demikian, media grafik berbasis digital dapat menjadi alternatif pembelajaran yang efektif, interaktif, dan relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di kelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tindakan kelas yang telah dilaksanakan dalam dua siklus, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media grafik berbasis digital mampu meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Peningkatan tersebut terlihat dari perubahan capaian siswa sejak tahap pra-siklus hingga siklus II. Pada tahap pra-siklus, pembelajaran matematika masih menghadapi kendala berupa rendahnya pemahaman siswa terhadap materi yang membutuhkan representasi visual, terbatasnya partisipasi siswa dalam bertanya dan berdiskusi, serta ketuntasan belajar yang belum mencapai indikator keberhasilan. Setelah media grafik berbasis digital diterapkan pada siklus I, nilai rata-rata siswa meningkat dari 65 menjadi 72, sedangkan ketuntasan klasikal meningkat dari 37,5% menjadi 62,5%. Meskipun hasil tersebut belum memenuhi target keberhasilan, siklus I menunjukkan adanya perubahan positif pada perhatian dan minat siswa terhadap pembelajaran. Perbaikan tindakan pada siklus II melalui penguatan bimbingan guru, penggunaan media yang lebih optimal, dan peningkatan aktivitas kolaboratif menghasilkan capaian yang lebih baik. Nilai rata-rata siswa meningkat menjadi 82, ketuntasan klasikal mencapai 87,5%, dan keterlibatan siswa meningkat dari 63% pada siklus I menjadi 83% pada siklus II. Capaian ini menunjukkan bahwa indikator keberhasilan penelitian telah terpenuhi, baik dari aspek hasil belajar maupun keterlibatan siswa. Media grafik berbasis digital terbukti membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih konkret melalui visualisasi data dan grafik, sekaligus mendorong siswa untuk lebih aktif memperhatikan pembelajaran, bertanya, berdiskusi, dan menyelesaikan tugas. Dengan demikian, media grafik berbasis digital dapat digunakan sebagai strategi pembelajaran yang efektif, interaktif, dan relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang membutuhkan pemahaman visual dan eksplorasi konsep secara dinamis.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S., Suhardjono, & Supardi. (2015). *Penelitian tindakan kelas*. Bumi Aksara.
- Asdarina, O., & Khatimah, H. (2021). Pengembangan modul pembelajaran matriks berbantuan aplikasi GeoGebra. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 860–871. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3515>
- Azis, Y. M., & Rohaeti, E. E. (2025). A systematic literature review on implementation of GeoGebra: Benefits and challenges in mathematics education. *Infinity Journal*, 14(3), 655–672. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i3.p655-672>
- Faizah, H., Sugandi, E., & Rofiki, I. (2023). Development of geometric transformation e-module assisted by GeoGebra software to enhance students' mathematical abilities during the COVID-19 pandemic. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 14(2), 335–347. <https://doi.org/10.15294/kreano.v14i2.43950>
- Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27, 5301–5323. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1>
- Hadi, W., & Faradillah, A. (2022). Implementation of GeoGebra online based on guided inquiry to increase problem solving ability and student learning independence. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 882–890. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.5000>
- Hardiyanto, D., Asokawati, I., Majid, P. M., Maesaroh, A. T., & Nursyahidah, F. (2024). Learning reflection using realistic mathematics education assisted by GeoGebra software. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 18(1), 15–26. <https://doi.org/10.22342/jpm.v18i1.pp15-26>
- Hidayat, A., & Firmanti, P. (2024). Navigating the tech frontier: A systematic review of technology integration in mathematics education. *Cogent Education*, 11(1), 2373559. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2373559>
- Hidayat, R., Wan Mohd Noor, W. N., Nasir, N., & Mohd Ayub, A. F. (2024). The role of GeoGebra software in conceptual understanding and engagement among

- secondary school student. *Infinity Journal*, 13(2), 317–332. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i2.p317-332>
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., & Jensen, E. O. (2022). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27, 2859–2891. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10721-x>
- Ishartono, N., Nurcahyo, A., Waluyo, M., Prayitno, H. J., & Hanifah, M. (2022). Integrating GeoGebra into the flipped learning approach to improve students' self-regulated learning during the COVID-19 pandemic. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 69–86. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp69-86>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of GeoGebra software decade of assisted mathematics learning: What to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (Eds.). (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Deakin University Press.
- Kholid, M. N., Pradana, L. N., Maharani, S., & Swastika, A. (2022). GeoGebra in project-based learning (Geo-PJBL): A dynamic tool for analytical geometry course. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 112–120. <https://doi.org/10.3926/jotse.1267>
- Kounlaxay, K., Shim, Y., Kang, S. J., Kwak, H. Y., & Kim, S. K. (2021). Learning media on mathematical education based on augmented reality. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 15(3), 1015–1029. <https://doi.org/10.3837/tiis.2021.03.011>
- Kurniati, D., Annisa, F., Murtikusuma, R. P., Pambudi, D. S., & Suwito, A. (2022). Pengembangan media berbantuan GeoGebra pada sistem pertidaksamaan linear-kuadrat dalam meningkatkan literasi matematika siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2269–2281. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5078>
- Liburd, K. K. D., & Jen, H.-Y. (2021). Investigating the effectiveness of using a technological approach on students' achievement in mathematics: Case study of a high school in a Caribbean country. *Sustainability*, 13(10), 5586. <https://doi.org/10.3390/su13105586>
- Meryansumayeka, Zulkardi, Putri, R. I. I., & Hiltrimartin, C. (2022). Designing geometrical learning activities assisted with ICT media for supporting students' higher order thinking skills. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 135–148. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp135-148>
- Ní Shé, C., Ní Fhloinn, E., & Mac an Bhaire, C. (2023). Student engagement with technology-enhanced resources in mathematics in higher education: A review. *Mathematics*, 11(3), 787. <https://doi.org/10.3390/math11030787>
- Rachmawati, A. D., Juandi, D., & Darhim. (2023). Examining the effectiveness of a GeoGebra-assisted open-ended approach on students' mathematical creative thinking ability. *Jurnal Elemen*, 9(2), 604–615. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i2.16483>
- Rochim, A., Herawati, T., & Nurwiani, N. (2021). Deskripsi pembelajaran matematika berbantuan video GeoGebra dan pemahaman matematis siswa pada materi fungsi kuadrat. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 269–280. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i2.996>
- Samura, A. O., & Darhim. (2023). Improving mathematics critical thinking skills of junior high school students using blended learning model (BLM) in GeoGebra assisted mathematics learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(2), 101–117. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i02.36097>
- Septian, A., & Monariska, E. (2021). The improvement of mathematics understanding ability on system of linear equation materials and students learning motivation using GeoGebra-based educational games. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan*

- Matematika*, 12(2), 371–384. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i2.9927>
- Ulfiyani, Putra, Z. H., & Noviana, E. (2023). Pengembangan media pembelajaran materi sistem koordinat berbasis GeoGebra di sekolah dasar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 3431–3444. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.5445>
- Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime Rwibasira, M. (2022). Effect of GeoGebra software on secondary school students' achievement in 3-D geometry. *Education and Information Technologies*, 27, 5749–5765. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10852-1>
- Wijaya, D. S., Rosyada, M. I., & Hardianto, D. (2023). Development of learning media with GeoGebra to increase students learning interest on flat-sided building materials. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 3396–3406. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.8162>
- Yatim, S. S. K. M., Saleh, S., Zulnadi, H., Yew, W. T., & Yatim, S. A. M. (2022). Effects of brain-based teaching approach integrated with GeoGebra (B-Geo Module) on students' conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 15(1), 327–346. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15119a>
- Yildiz, E., & Arpaci, I. (2024). Understanding pre-service mathematics teachers' intentions to use GeoGebra: The role of technological pedagogical content knowledge. *Education and Information Technologies*, 29, 18817–18838. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12614-1>
- Yohannes, A., & Chen, H.-L. (2023). GeoGebra in mathematics education: A systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682–5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Yullah, A. S., Susanto, & Suwito, A. (2022). Efektivitas model pembelajaran discovery berbantuan GeoGebra ditinjau dari kemampuan berpikir kreatif siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1222–1230. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.5010>
- Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., & Chen, G. (2025). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: A meta-analysis of 20 years of research. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(2), 437–458. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>