

## **PENGGUNAAN APLIKASI GEOGEBRA DALAM MENINGKATKAN MOTIVASI SISWA KELAS X PADA MATERI TRIGONOMETRI**

**Prisca Maltildis<sup>1</sup>, Vinsensius Herianto Ndori<sup>2</sup>, Maria Yustalia So'i<sup>3</sup>, Yuyun Sutari<sup>4</sup>**

Universitas Muhammadiyah Maumere<sup>1,2,3,4</sup>

e-mail: [priscamaltildis@gmail.com](mailto:priscamaltildis@gmail.com)<sup>1</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan aplikasi GeoGebra dalam meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep trigonometri siswa kelas X di MAS At-Taqwa Beru. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi terhadap 15 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GeoGebra sebagai media pembelajaran interaktif memberikan dampak signifikan terhadap pencapaian hasil belajar siswa. Sebanyak 13 dari 15 siswa menyatakan lebih mudah memahami konsep grafik fungsi trigonometri ketika menggunakan GeoGebra dibandingkan metode konvensional. Selain itu, 11 siswa mengalami peningkatan skor lebih dari 15% dalam tes formatif setelah pembelajaran berbasis GeoGebra. Aplikasi ini memfasilitasi pemahaman konseptual dengan menampilkan perubahan grafik secara real-time sesuai perubahan sudut atau parameter. GeoGebra juga terbukti efektif bagi siswa dengan kecenderungan gaya belajar visual dan berbasis tindakan fisik langsung. Proses pembelajaran menjadi lebih menarik, partisipatif, dan mendorong eksplorasi mandiri siswa. Meskipun ditemukan kendala teknis seperti keterbatasan perangkat, hambatan ini dapat diatasi melalui pendampingan guru dan kolaborasi antar siswa. Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa GeoGebra merupakan alat bantu pembelajaran yang inovatif dan efektif dalam mengajarkan konsep-konsep abstrak seperti trigonometri, sekaligus meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar.

**Kata Kunci:** *Geogebra, Motivasi Belajar, Trigonometri, Gaya Belajar, Visualisasi.*

### **ABSTRACT**

This study aims to analyze the effectiveness of using the GeoGebra application in enhancing students' learning motivation and conceptual understanding of trigonometry among tenth-grade students at MAS At-Taqwa Beru. Using a descriptive qualitative approach, data were collected through interviews, observations, and documentation involving 15 students. The results show that GeoGebra, as an interactive learning medium, has a significant impact on students' learning outcomes. Thirteen out of fifteen students stated that they found it easier to understand the concept of trigonometric function graphs using GeoGebra compared to conventional methods. Additionally, eleven students experienced an increase of more than 15% in their formative test scores after GeoGebra-based instruction. The application facilitates conceptual understanding by displaying real-time graph changes based on angle or parameter modifications. GeoGebra also proves effective for students with visual and kinesthetic learning preferences. The learning process becomes more engaging, participatory, and encourages students' independent exploration. Although technical challenges such as limited device availability were encountered, these were manageable through teacher guidance and peer collaboration. Overall, this study concludes that GeoGebra is an innovative and effective teaching tool for delivering abstract concepts like trigonometry while simultaneously increasing student motivation and active engagement in the learning process.

**Keywords:** *GeoGebra, Learning Motivation, Trigonometry, Learning Styles, Visualization.*

## PENDAHULUAN

Pendidikan matematika memiliki peran penting dalam membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir logis, analitis, dan sistematis mereka. Namun, dalam praktiknya, pendidikan matematika di anggap sulit dan menantang, terutama ketika berhadapan dengan konsep-konsep abstrak seperti trigonometri. Ini berdampak jangka panjang pada motivasi belajar dan hasil belajar siswa (Putri & Zulkardi, 2019). Masalah ini tidak terbatas pada sekolah reguler; hal ini juga terjadi di lembaga pendidikan berbasis agama seperti Madrasah Aliyah (MA), termasuk MAS At-Taqwa Beru.

Materi trigonometri memegang peranan krusial dalam kurikulum matematika SMA/MA kelas X karena mencakup konsep perbandingan trigonometri, nilai sudut istimewa, grafik fungsi, serta penerapan dalam kehidupan nyata. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antar konsep tersebut karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan kemampuan visualisasi spasial yang kuat (Khotimah & As'ad, 2020). Akibatnya, mereka cenderung kehilangan motivasi, merasa jemu, dan menunjukkan hasil belajar yang kurang memuaskan.

Untuk mengatasi tantangan ini, integrasi teknologi ke dalam pembelajaran matematika menjadi pendekatan yang relevan. Aplikasi GeoGebra, misalnya, telah terbukti efektif sebagai alat bantu interaktif dalam memahami konsep-konsep matematika yang kompleks. GeoGebra menggabungkan berbagai representasi matematika seperti geometri, aljabar, statistik, dan kalkulus dalam satu platform yang intuitif dan dinamis (Sari & Widodo, 2020). Melalui fitur visualisasi real-time, siswa dapat melihat langsung perubahan grafik atau bentuk geometris ketika parameter diubah, sehingga mempermudah pemahaman terhadap relasi antar konsep (Rahmawati & Nurhidayah, 2019).

Dalam konteks pendidikan trigonometri, GeoGebra dapat digunakan untuk membantu siswa memahami hubungan antara sudut, segitiga sisi, dan fungsi trigonometri secara visual. Misalnya, siswa dapat melakukan pemeriksaan menyeluruh dan diam tentang perubahan sinus, cosinus, atau tangen. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual tetapi juga meningkatkan motivasi siswa untuk belajar, meningkatkan tingkat partisipasi aktif mereka dalam proses pembelajaran, dan memperbaiki hasil belajar (Paweni et al., 2022).

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa menggunakan GeoGebra dalam kelas matematika memiliki dampak positif pada motivasi belajar siswa, keterampilan berpikir kritis, dan hasil belajar. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa GeoGebra efektif dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa dalam berbagai bidang matematika: dalam trigonometri (Surjono et al., 2019), geometri (Zakaria et al., 2024), dan pembelajaran STEM secara umum (Moses & Ogbonnaya, 2021; Picaza et al., 2024). Berdasarkan bukti tersebut, banyak ahli meyakini bahwa GeoGebra mampu meningkatkan partisipasi aktif dan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penggunaan GeoGebra dapat dipandang sebagai strategi pembelajaran inovatif yang mendukung terciptanya suasana belajar yang lebih interaktif. Dengan demikian, integrasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep abstrak.

Selain itu, menurut Ziatdinov dan Valles (2022) serta Kovács et al. (2022), GeoGebra memberikan kontribusi besar terhadap keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika melalui representasi visual yang intuitif. Aplikasi ini juga memungkinkan manipulasi parameter secara langsung, yang memperkuat pemahaman hubungan antara sudut, sisi, dan fungsi trigonometri (Ozrem & Akkoyunlu, 2015; Ziatdinov & Valles, 2022). Menurut penelitian oleh Klau & Samo (2022), terdapat peningkatan motivasi dan hasil belajar setelah penerapan metode ilmiah menggunakan GeoGebra pada materi kuadrat. Di sisi lain, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Sari & Widodo (2020) menyimpulkan bahwa siswa menunjukkan motivasi dan

kemudahan yang lebih besar dalam memahami topik trigonometri ketika proses pengajaran disederhanakan dengan GeoGebra. Hal ini membuktikan bahwa GeoGebra dapat berfungsi sebagai jembatan antara konsep abstrak dengan representasi konkret yang lebih mudah dipahami siswa. Dengan demikian, integrasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas proses pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti perlu mengevaluasi efektivitas penggunaan GeoGebra dalam kelas matematika, khususnya di bidang trigonometri di X MAS At-Taqwa Beru. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami secara mendalam bagaimana GeoGebra dapat meningkatkan motivasi akademik siswa dan memperbaiki hasil akademik. Dengan pendekatan kualitatif, peneliti secara teliti meneliti pengalaman pendidikan siswa melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara. Tujuan studi ini adalah memberikan contoh konkret tentang bagaimana GeoGebra dapat meningkatkan kualitas pengajaran matematika di Mas At-taqwa Beru, dan berfungsi sebagai alat bagi para guru untuk mengadopsi strategi pengajaran yang lebih inovatif yang sesuai dengan kemajuan teknologi pendidikan saat ini.

## **METODE PENELITIAN**

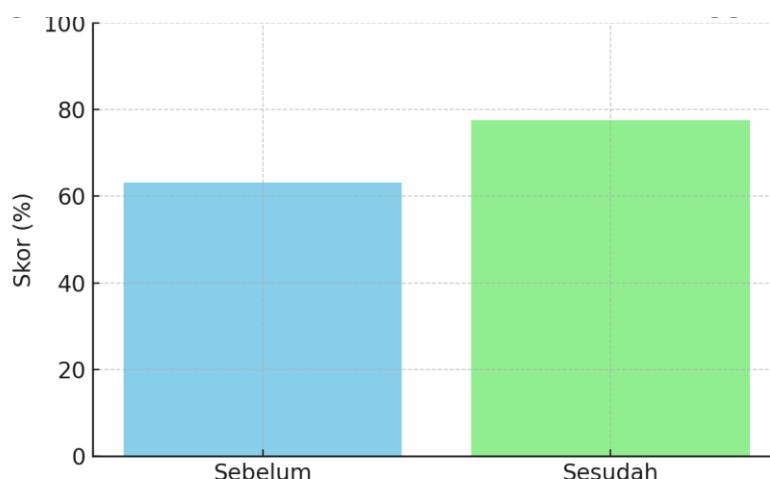
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek penelitian sebanyak 15 siswa kelas X di MAS At-Taqwa Beru. Objek penelitian difokuskan pada penerapan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran trigonometri sebagai sarana untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa. Tahapan penelitian diawali dengan tahap persiapan, yaitu menyusun instrumen penelitian berupa panduan wawancara dan perencanaan pembelajaran dengan integrasi GeoGebra. Selanjutnya tahap pelaksanaan dilakukan melalui proses pembelajaran di kelas, di mana siswa menggunakan GeoGebra untuk memvisualisasikan konsep-konsep trigonometri. Pada tahap evaluasi, peneliti melakukan pengumpulan data melalui wawancara mendalam dengan siswa dan guru untuk memperoleh informasi terkait pengalaman belajar, serta dokumentasi berupa foto dan video yang merekam aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung. Instrumen yang digunakan terdiri atas panduan wawancara untuk menggali persepsi, motivasi, serta pemahaman siswa, dan alat dokumentasi yang berfungsi sebagai bukti pendukung terhadap temuan penelitian. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan sehingga dapat memberikan gambaran utuh mengenai peningkatan motivasi dan pemahaman konsep siswa setelah menggunakan GeoGebra dalam pembelajaran trigonometri.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

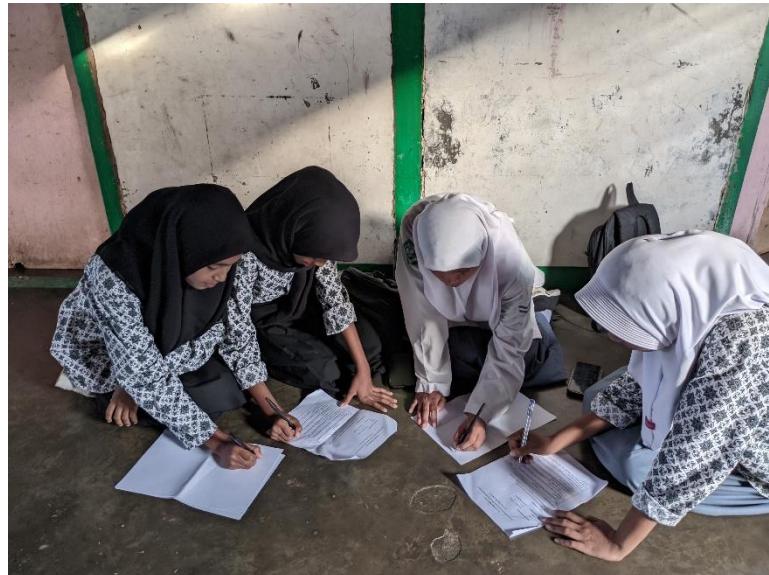
Penelitian yang dilakukan di MAS At-Taqwa Beru terhadap 15 siswa kelas X menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman dan hasil belajar trigonometri setelah penggunaan aplikasi GeoGebra. Dari hasil wawancara dan observasi, sebanyak 13 dari 15 siswa menyatakan bahwa mereka lebih memahami grafik fungsi trigonometri ketika pembelajaran menggunakan GeoGebra dibandingkan dengan metode konvensional berbasis papan tulis atau penjelasan verbal. GeoGebra memungkinkan visualisasi grafik secara real-time, sehingga siswa dapat langsung mengamati perubahan nilai fungsi seiring perubahan sudut. Hal ini membuat konsep hubungan antara sudut, nilai sinus, cosinus, dan tangen tidak lagi bersifat abstrak, melainkan dapat dipahami secara konkret. Hasil tes formatif juga menunjukkan bahwa 11 siswa mengalami peningkatan skor lebih dari 15% dibandingkan hasil sebelumnya, terutama pada soal interpretasi grafik dan transformasi fungsi seperti pergeseran dan peregangan grafik sinus dan cosinus.

Mayoritas siswa mengalami peningkatan skor tes formatif yang cukup signifikan setelah penggunaan GeoGebra. Secara keseluruhan, dari 15 siswa yang diteliti, hampir seluruhnya menunjukkan adanya peningkatan skor, meskipun besarnya peningkatan berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Rata-rata skor sebelum menggunakan GeoGebra adalah 62,6%, sedangkan sesudahnya meningkat menjadi 77,2%. Untuk memperjelas perbandingan skor sebelum dan sesudah, data tersebut juga akan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga perubahan yang terjadi dapat terlihat lebih jelas secara visual.



**Gambar 1. Grafik Perbandingan Rata-rata Skor Sebelum dan Sesudah Menggunakan GeoGebra**

Guru matematika pun mencatat adanya kemajuan signifikan dalam kemampuan siswa menyelesaikan soal berbasis visual, khususnya dalam mengenali bentuk grafik dan menjelaskan perubahan parameter grafik secara matematis. Selain itu, penggunaan GeoGebra terbukti meningkatkan motivasi belajar siswa. Banyak siswa merasa lebih tertarik, aktif, dan senang ketika belajar menggunakan GeoGebra karena pengalaman belajar yang ditawarkan bersifat interaktif dan visual. Mereka menilai GeoGebra sebagai alat bantu belajar yang menarik dan menyenangkan, serta memudahkan dalam memahami hubungan antar elemen trigonometri. Siswa bahkan menunjukkan peningkatan otonomi belajar, di mana mereka terdorong untuk mengeksplorasi materi secara mandiri. Temuan penting lainnya adalah bahwa peserta didik dengan kecenderungan gaya belajar visual maupun kinestetik menunjukkan pencapaian paling optimal. Siswa visual merasa sangat terbantu dengan tampilan grafik interaktif, sementara siswa kinestetik memperoleh manfaat besar dari fitur GeoGebra yang memungkinkan mereka berinteraksi langsung dengan objek visual. Kendala teknis seperti keterbatasan perangkat, keterampilan digital, dan akses internet memang sempat muncul, namun berhasil diatasi melalui pendampingan guru dan kerja sama antar siswa di kelas.



**Gambar 2. Kerjasama Antar Siswa**

Gambar 2 memperlihatkan bagaimana kerjasama antar siswa terbangun secara alami selama proses pembelajaran menggunakan GeoGebra. Siswa tampak saling membantu dalam memahami tampilan grafik, menjelaskan perubahan parameter, serta mengatasi kendala teknis yang muncul. Kolaborasi ini tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan rasa tanggung jawab bersama dalam belajar. Dengan adanya kerja sama tersebut, suasana kelas menjadi lebih interaktif, sehingga motivasi dan keterlibatan siswa meningkat secara signifikan.



**Gambar 3. Pendampingan Guru**

Gambar 3 menunjukkan peran penting pendampingan guru dalam mengoptimalkan penggunaan GeoGebra di kelas. Guru tidak hanya berfungsi sebagai fasilitator yang membimbing siswa dalam memahami materi trigonometri secara visual, tetapi juga sebagai pendukung ketika siswa menghadapi kendala teknis maupun kesulitan konseptual. Melalui arahan dan bimbingan guru, siswa dapat lebih mudah mengeksplorasi fitur GeoGebra, memahami perubahan parameter grafik, serta menghubungkannya dengan konsep matematis.

Pendampingan yang intensif ini turut meningkatkan rasa percaya diri siswa, memotivasi mereka untuk belajar secara mandiri, sekaligus memastikan bahwa proses pembelajaran berlangsung kondusif dan efektif.

## Pembahasan

Temuan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra memberikan dampak positif terhadap motivasi dan pemahaman siswa dalam pembelajaran trigonometri. Hasil ini sejalan dengan berbagai literatur dan penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi interaktif dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika. Herges et al. (2017) menyatakan bahwa motivasi belajar yang tinggi memiliki korelasi positif dengan prestasi akademik. Dalam konteks penelitian ini, peningkatan motivasi terlihat jelas dari keterlibatan aktif siswa saat pembelajaran dengan GeoGebra, serta peningkatan hasil belajar yang dicapai. Motivasi belajar yang tinggi ini tidak muncul secara tiba-tiba, melainkan karena pengalaman belajar yang ditawarkan GeoGebra sangat interaktif, menyenangkan, dan memberikan keleluasaan eksplorasi materi. Dalam aplikasi GeoGebra, siswa dapat mencoba berbagai transformasi fungsi secara langsung, seperti pergeseran grafik, perubahan amplitudo, atau pergeseran fase, yang biasanya sulit dibayangkan secara abstrak. Hal ini menciptakan rasa percaya diri karena siswa merasa mampu mengontrol dan memahami konsep matematika secara lebih mandiri. Dengan demikian, peran GeoGebra tidak hanya sebagai alat bantu visual, tetapi sebagai media reflektif yang membuat siswa dapat merefleksikan kembali pemahaman mereka secara aktif.

Penelitian oleh Picaza et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra tidak hanya meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan soal matematika yang kompleks, tetapi juga memupuk rasa ingin tahu mereka terhadap konsep-konsep yang sebelumnya dianggap sulit. Hal ini diperkuat oleh Zakaria et al. (2024) yang menemukan bahwa keterlibatan siswa meningkat signifikan saat menggunakan GeoGebra, khususnya dalam memahami representasi grafik dan konsep geometri. Keterlibatan siswa ini juga berakar dari kelebihan GeoGebra dalam menyajikan berbagai representasi matematika: simbolik (aljabar), grafik (visual), dan numerik (angka), yang dapat ditampilkan bersamaan dalam satu layar. Hal ini memfasilitasi pembelajaran multi-representasi, yang menurut Mayer (2005) sangat efektif dalam memfasilitasi pembelajaran konsep abstrak. Dengan kata lain, siswa tidak hanya memahami "apa" yang terjadi dalam grafik, tetapi juga "mengapa" dan "bagaimana" grafik itu terbentuk berdasarkan nilai matematisnya. Pendekatan ini sangat sesuai dengan pembelajaran bermakna berbasis koneksi.

Faktor lain yang turut menentukan keberhasilan pembelajaran adalah kesesuaian metode dengan gaya belajar siswa. Gilakjani (2012) dan Anggitasari (2018) menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan gaya belajar akan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep. Dalam penelitian ini, siswa dengan gaya belajar visual dan kinestetik menunjukkan hasil belajar yang optimal. Temuan ini diperkuat oleh Yuliana & Syaifuddin (2021) yang menyatakan bahwa media visual interaktif seperti GeoGebra memperkuat sistem representasi internal dan mempercepat pemahaman konsep matematis. Hal ini menunjukkan bahwa personalisasi pendekatan pembelajaran berbasis teknologi, seperti GeoGebra, menjadi semakin relevan di era digital. Tidak hanya memberikan diferensiasi pembelajaran, tetapi juga mendukung prinsip inklusivitas, di mana semua siswa — termasuk yang memiliki kesulitan abstraksi — memiliki akses terhadap pemahaman konseptual yang mendalam. GeoGebra bahkan dapat menjadi alternatif yang menjembatani kebutuhan pembelajar dengan kebutuhan khusus atau hambatan visualisasi spasial.

GeoGebra juga mendorong interaksi aktif dan eksplorasi mandiri siswa. Juandi et al. (2025) mengungkapkan bahwa pembelajaran trigonometri berbasis GeoGebra mempercepat pembentukan skema kognitif siswa, terutama dalam memahami hubungan antara grafik fungsi dan parameter sudut. Ozrem & Akkoyunlu (2015) juga menyimpulkan bahwa lingkungan belajar yang interaktif dan sesuai dengan preferensi siswa memberikan kontribusi besar terhadap keberhasilan pembelajaran matematika. Dalam proses eksplorasi ini, siswa tidak hanya mengamati, melainkan berekspresi secara langsung dengan variabel-variabel fungsi trigonometri. Proses ini menyerupai pendekatan *discovery learning*, di mana siswa menemukan pola dan hubungan matematis melalui proses investigasi. Ini membangun kemandirian intelektual yang penting dalam pendidikan abad ke-21.

Selain itu, tantangan teknis seperti keterbatasan perangkat atau keterampilan digital yang masih terbatas tidak menjadi penghalang utama. Penelitian oleh Carriazo-Regino et al. (2024) menekankan bahwa peran guru dalam memberikan bimbingan teknis sangat penting untuk mengatasi hambatan tersebut. Dalam penelitian ini, dukungan guru dan kolaborasi antar siswa terbukti mampu meminimalkan kendala teknis yang dihadapi selama pembelajaran. Kendala teknis yang berhasil diatasi ini justru menunjukkan bahwa ekosistem pembelajaran berbasis GeoGebra bukan hanya tentang teknologi, tetapi juga tentang budaya kolaborasi, resiliensi siswa, dan adaptabilitas guru dalam mendukung proses belajar yang inovatif. Hal ini juga menegaskan pentingnya pengembangan kompetensi digital guru agar dapat memanfaatkan media pembelajaran modern secara optimal.

Untuk memperkuat relevansi dan aktualitas temuan, penelitian terbaru oleh Stella & Budi (2023) menunjukkan bahwa penerapan GeoGebra dalam model blended learning mampu meningkatkan retensi pemahaman konsep trigonometri hingga 28% lebih tinggi dibanding pembelajaran tradisional. Di sisi lain, Simanjuntak et al. (2024) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan GeoGebra meningkatkan partisipasi kelas dan literasi matematika siswa. Penelitian oleh Pramudita & Santoso (2023) juga menegaskan bahwa GeoGebra membantu siswa mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis secara lebih mandiri, melalui visualisasi dan manipulasi parameter yang fleksibel.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat bahwa GeoGebra adalah media pembelajaran yang efektif, inovatif, dan adaptif. Aplikasi ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa, tetapi juga membangun motivasi, kemandirian belajar, serta kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah matematika. Integrasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri, selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan penguasaan teknologi, kolaborasi, dan eksplorasi berbasis visual.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 15 siswa kelas X MAS At-Taqwa Beru, dapat disimpulkan bahwa penggunaan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran trigonometri memberikan dampak positif yang signifikan terhadap motivasi dan pemahaman konsep siswa. Visualisasi dinamis dan fitur interaktif GeoGebra membantu siswa dalam memahami hubungan antara sudut, sisi segitiga, dan fungsi trigonometri secara konkret, yang sebelumnya sulit dipahami secara abstrak. Sebanyak 13 dari 15 siswa menyatakan lebih memahami materi trigonometri melalui GeoGebra dibandingkan pembelajaran konvensional, dan 11 siswa mengalami peningkatan skor lebih dari 15% pada tes formatif.

Selain itu, aplikasi ini terbukti efektif dalam mendukung siswa dengan gaya belajar visual dan berbasis aktivitas fisik langsung. Interaksi aktif yang ditawarkan GeoGebra

mendorong siswa untuk lebih terlibat dalam proses belajar dan mengeksplorasi materi secara mandiri. Penggunaan GeoGebra juga meningkatkan motivasi belajar dan rasa percaya diri siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika, terutama yang melibatkan interpretasi grafik. Meskipun terdapat beberapa kendala teknis seperti keterbatasan perangkat dan akses internet, hambatan tersebut dapat diatasi melalui bimbingan guru dan kerja sama antarsiswa. Secara keseluruhan, GeoGebra menjadi media pembelajaran yang efektif, inovatif, dan adaptif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggitasari, R. (2018). Pengaruh gaya belajar terhadap hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 55–63.
- Carriazo-Regino, D., Valencia-Arias, A., & Arias, M. J. (2024). Digital technology and mathematics learning: Teachers' roles in overcoming barriers. *International Journal of Educational Technology*, 8(1), 32–46.
- Gilakjani, A. P. (2012). Visual, auditory, kinaesthetic learning styles and their impacts on English language teaching. *Journal of Studies in Education*, 2(1), 104–113.
- Herges, R. M., Duffield, S., Callahan, B., & Hovey, K. (2017). Student motivation and academic performance. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 17(1), 67–78.
- Juandi, J., Sugiatno, S., & Noviani, E. (2025). GeoGebra-assisted learning to improve mathematical understanding in trigonometry. *Jurnal Aljabar*, 16(1), 112–127.
- Klau, R., & Samo, R. (2022). Pengaruh GeoGebra terhadap peningkatan hasil belajar pada materi kuadrat. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 10(2), 99–110.
- Khotimah, H., & As'ad, M. (2020). Kesulitan siswa dalam memahami konsep trigonometri. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 5(2), 134–142.
- Kovács, Z., Recio, T., & Vásárhelyi, E. (2022). Teaching mathematics with GeoGebra: Research perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 110(3), 345–367.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mosese, J., & Ogbonnaya, U. I. (2021). The effectiveness of GeoGebra-based instruction in promoting conceptual understanding in mathematics in South Africa. *Cogent Education*, 8(1), 1–16.
- Ozrem, A., & Akkoyunlu, B. (2015). The effectiveness of dynamic mathematics software in mathematics education. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(2), 56–64.
- Paweni, M., Sutisna, & Yuliani, N. (2022). Penerapan GeoGebra dalam meningkatkan hasil belajar trigonometri. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 3(1), 71–82.
- Picaza, C. G., et al. (2024). GeoGebra-based STEM learning to enhance inquiry and student confidence. *STEM Education Journal*, 5(1), 45–61.
- Pramudita, D. E., & Santoso, H. A. (2023). Pengaruh GeoGebra terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(1), 23–36.
- Putri, R. I. I., & Zulkardi. (2019). Pembelajaran kontekstual matematika di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Matematika Realistik*, 2(1), 13–26.
- Rahmawati, D., & Nurhidayah, I. (2019). Pengaruh GeoGebra terhadap kemampuan visualisasi matematis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 112–120.
- Sari, I. P., & Widodo, S. A. (2020). Implementasi aplikasi GeoGebra untuk pembelajaran trigonometri SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(1), 91–100.

- Simanjuntak, D., Tambunan, H., & Hutagalung, F. (2024). Problem-based learning menggunakan GeoGebra dalam meningkatkan partisipasi siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Inovatif*, 14(1), 88–97.
- Stella, M., & Budi, E. (2023). Blended learning dengan GeoGebra untuk meningkatkan retensi konsep trigonometri. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Matematika*, 11(2), 101–115.
- Surjono, H. D., Arifin, A., & Widiyanti, D. (2019). The use of GeoGebra for trigonometry learning in high school. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 26(1), 55–65.
- Yuliana, Y., & Syaifuddin, M. (2021). Pengaruh media visual interaktif terhadap pemahaman konsep matematis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 9(1), 33–47.
- Zakaria, E., Zaini, A., & Rahim, S. S. A. (2024). The role of dynamic geometry software in learning geometry. *Journal of Mathematics and Science Education*, 15(2), 98–113.
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching STEM. *arXiv preprint*, arXiv:2202.01415.