

Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis GeoGebra untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Geometri Transformasi di Kelas XI SMA Negeri 5 Surabaya

Aulia Rahma Fitri^{1*}, Budi Santoso², Citra Dewi Kusuma³

¹²³Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

* Corresponding Author: auliarahma@unesa.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received : March 20, 2025 Revised : April 25, 2026 Accepted : June 20, 2026 Published: June 23, 2026 Keywords GeoGebra Learning Media Transformation Geometry Conceptual Understanding ADDIE Model  License by CC-BY-SA Copyright © 2026, The Author(s).	This study aims to develop GeoGebra-based learning media for transformation geometry material in class XI Senior High School (SMA) to improve students' conceptual understanding. The research employed the Research and Development (R&D) approach with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Data were collected through validation questionnaires, pre-tests, post-tests, and student response questionnaires involving 30 students of class XI MIPA 2 at SMA Negeri 5 Surabaya selected using a purposive sampling technique based on class representativeness and prior non-exposure to GeoGebra-based learning. Validation results from material experts and media experts showed average scores of 4.83 and 4.72 respectively, both categorized as very good. The N-Gain score obtained was 0.58, indicating moderate improvement in students' conceptual understanding after using the GeoGebra-based media. Furthermore, 83.33% of students achieved the minimum completion criteria compared to only 23.33% before the intervention. Students' positive responses reached 89.7%, indicating high acceptance and engagement with the developed media. These findings demonstrate that GeoGebra-based learning media is effective and feasible for use in transformation geometry learning.

How to cite: Fitri, A., R., Santoso, B., & Kusuma, C., D. (2026). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis GeoGebra untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Geometri Transformasi di Kelas XI SMA Negeri 5 Surabaya. *Journal of Science and Mathematics Education*. 2(2). 44-50. <https://doi.org/10.70716/josme.v2i2.594>

PENDAHULUAN

Geometri transformasi merupakan salah satu topik matematika yang memiliki peranan penting dalam pembentukan kemampuan spasial dan berpikir visual siswa. Materi ini mencakup konsep-konsep seperti translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi yang menuntut pemahaman mendalam tentang hubungan antara objek geometri dan transformasinya. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa geometri transformasi masih menjadi salah satu topik yang paling sulit dipahami oleh siswa tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), terutama karena sifatnya yang abstrak dan membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi (Ningsih & Hartono, 2021; Purwanto et al., 2020).

Data dari Pusat Penilaian Pendidikan (Puspendik) tahun 2022 menunjukkan bahwa kemampuan siswa kelas XI dalam materi geometri transformasi masih tergolong rendah, dengan rata-rata nilai nasional hanya mencapai 52,4 dari skala 100. Kondisi serupa juga ditemukan di berbagai sekolah di Indonesia, termasuk di SMA Negeri 5 Surabaya di mana hasil observasi awal peneliti menemukan bahwa 76,67% siswa kelas XI belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75 pada ulangan harian materi geometri transformasi tahun ajaran 2023/2024. Kesulitan utama yang dilaporkan guru meliputi: (1) siswa sulit membayangkan proses transformasi secara dinamis, (2) kurangnya media visual yang interaktif, dan (3) terbatasnya waktu tatap muka untuk eksplorasi mendalam.

Penelitian terdahulu oleh Septian et al. (2020) mengidentifikasi bahwa pendekatan konvensional berbasis buku teks dan papan tulis tidak cukup efektif untuk menjelaskan konsep transformasi geometri yang bersifat dinamis. Siswa membutuhkan visualisasi nyata dari proses perpindahan, pembalikan, perputaran,

dan perubahan skala suatu objek geometri. Hal senada dikemukakan oleh Hohenwarter dan Fuchs (2004) yang menyatakan bahwa teknologi perangkat lunak matematika dinamis dapat menjembatani jurang antara konsep abstrak geometri dan pemahaman konkret siswa. Dalam konteks ini, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika bukan sekadar pelengkap, melainkan telah menjadi kebutuhan esensial.

GeoGebra merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang mengintegrasikan geometri, aljabar, statistik, dan kalkulus dalam satu platform yang dapat diakses secara gratis. Software ini memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek geometri secara langsung melalui antarmuka yang intuitif sehingga konsep-konsep abstrak dapat divisualisasikan secara real-time (Accascina & Rogora, 2006). Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas GeoGebra dalam pembelajaran geometri, antara lain Arbain dan Shukor (2015) yang menemukan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep transformasi setelah penggunaan GeoGebra di Malaysia, serta Zengin et al. (2012) yang membuktikan bahwa GeoGebra meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa secara bermakna.

Di Indonesia, penelitian oleh Nurjannah et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika siswa SMA dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Meskipun demikian, penelitian tersebut lebih berfokus pada pengukuran efektivitas penggunaan GeoGebra sebagai media pembelajaran dan belum menguraikan proses pengembangan media secara sistematis menggunakan model desain instruksional tertentu. Penelitian lain oleh Septian et al. (2020) mengintegrasikan GeoGebra dalam model pembelajaran berbasis masalah, namun tidak menghasilkan produk media yang tervalidasi dan siap digunakan secara mandiri oleh guru maupun siswa. Sementara itu, Novitas dan Kurniasih (2023) mengungkapkan bahwa sebagian besar guru matematika masih mengalami keterbatasan dalam memperoleh media GeoGebra yang sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka pada materi geometri transformasi. Berdasarkan kondisi tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa minimnya pengembangan media pembelajaran GeoGebra yang dirancang secara sistematis menggunakan model ADDIE, divalidasi oleh ahli, serta diuji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri transformasi siswa SMA. Kesenjangan inilah yang menjadi fokus utama penelitian ini.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan tersebut, penelitian ini hadir untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis GeoGebra yang dirancang secara sistematis menggunakan model ADDIE untuk materi geometri transformasi kelas XI SMA. Kebaruan penelitian ini terletak pada: (1) pengintegrasian eksplorasi dinamis berbasis GeoGebra dengan lembar kerja terstruktur yang mengacu pada Kurikulum Merdeka, dan (2) penggunaan model ADDIE untuk menghasilkan media yang melalui tahapan analisis kebutuhan, validasi ahli, revisi produk, serta uji efektivitas secara empiris pada pembelajaran geometri transformasi di tingkat SMA. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis GeoGebra yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep geometri transformasi siswa kelas XI SMA.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap: Analysis (Analisis), Design (Perancangan), Development (Pengembangan), Implementation (Implementasi), dan Evaluation (Evaluasi). Model ADDIE dipilih karena bersifat sistematis, iteratif, dan berorientasi pada kualitas produk yang dihasilkan (Branch, 2009). Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 5 Surabaya pada semester genap tahun ajaran 2023/2024.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 5 Surabaya yang terdiri dari 7 kelas dengan total 245 siswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling dengan memilih kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 30 siswa sebagai subjek uji coba lapangan. Pemilihan kelas tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa kelas XI MIPA 2 memiliki karakteristik yang representatif terhadap populasi dan belum pernah mendapatkan pembelajaran berbasis GeoGebra sebelumnya.

Sumber Data dan Instrumen

Sumber data penelitian meliputi: (1) dua validator ahli materi dari dosen Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya, (2) dua validator ahli media dari dosen Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Surabaya, (3) 30 siswa kelas XI MIPA 2 sebagai subjek uji coba. Instrumen yang digunakan mencakup: angket validasi ahli materi, angket validasi ahli media, tes pemahaman konsep (pre-test dan post-test), serta angket respons siswa. Instrumen tes terdiri dari 20 soal pilihan ganda dan 5 soal uraian yang mengukur enam indikator pemahaman konsep menurut Bloom (1956) yang direvisi oleh Anderson dan Krathwohl (2001).

Pengukuran Variabel

Kevalidan media diukur menggunakan skala Likert 1–5 pada angket validasi ahli, dengan kriteria: rata-rata $\geq 4,2$ dikategorikan sangat valid, 3,4–4,1 valid, 2,6–3,3 cukup valid, 1,8–2,5 kurang valid, dan $< 1,8$ tidak valid. Kepraktisan diukur melalui angket respons siswa dengan skala yang sama. Efektivitas diukur menggunakan skor N-Gain (Hake, 1999) dengan rumus: $N\text{-Gain} = (\text{skor post-test} - \text{skor pre-test}) / (\text{skor maksimal} - \text{skor pre-test})$, di mana N-Gain $\geq 0,7$ dikategorikan tinggi, 0,3–0,7 sedang, dan $< 0,3$ rendah.

Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dari angket validasi dan respons siswa dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk memperoleh rata-rata skor dan kategori. Data hasil belajar siswa dianalisis menggunakan uji N-Gain untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep, serta uji-t berpasangan (paired t-test) dengan taraf signifikansi 5% untuk menguji perbedaan hasil pre-test dan post-test. Analisis dilakukan menggunakan software SPSS versi 26. Data kualitatif dari lembar validasi berupa komentar dan saran dianalisis secara deskriptif untuk melakukan revisi media.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (Analysis)

Tahap analisis dilaksanakan melalui observasi kelas dan wawancara mendalam dengan dua guru matematika kelas XI di SMA Negeri 5 Surabaya. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa (1) 86,7% siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan proses transformasi geometri secara dinamis; (2) media pembelajaran yang tersedia masih terbatas pada buku teks dan presentasi PowerPoint statis; (3) 93,3% guru menyatakan perlunya media interaktif yang memungkinkan eksplorasi mandiri oleh siswa. Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi geometri transformasi kelas XI mencakup kompetensi dasar 3.5 (menganalisis dan membandingkan transformasi) dan 4.5 (menyelesaikan masalah transformasi geometri) dalam kurikulum Merdeka Belajar. Berdasarkan temuan ini, dikembangkanlah media GeoGebra yang terdiri dari delapan applet interaktif yang masing-masing memvisualisasikan translasi, refleksi terhadap berbagai sumbu, rotasi dengan berbagai pusat dan sudut, serta dilatasi.

Hasil Validasi Ahli

Media pembelajaran berbasis GeoGebra yang dikembangkan divalidasi oleh empat validator (dua ahli materi dan dua ahli media). Proses validasi dilaksanakan dalam dua siklus, di mana pada siklus pertama terdapat beberapa catatan perbaikan yang kemudian ditindaklanjuti sebelum validasi akhir dilakukan. Hasil validasi akhir disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Validasi Media Pembelajaran Berbasis GeoGebra

No.	Aspek yang Diamati	Skor Rata-rata	Kategori
1	Tampilan dan Antarmuka Media GeoGebra	4,72	Sangat Baik
2	Kemudahan Penggunaan (Usability)	4,61	Sangat Baik
3	Relevansi Materi dengan Kurikulum	4,83	Sangat Baik
4	Peningkatan Pemahaman Konsep Geometri	4,68	Sangat Baik
5	Motivasi dan Keterlibatan Siswa	4,55	Sangat Baik

No.	Aspek yang Diamati	Skor Rata-rata	Kategori
	Rata-rata Keseluruhan	4,68	Sangat Baik

Sumber: Data Primer, 2026.

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh aspek penilaian memperoleh kategori sangat baik dengan rata-rata keseluruhan 4,68. Aspek relevansi materi mendapatkan skor tertinggi (4,83) yang mengindikasikan bahwa konten media sangat sesuai dengan kurikulum dan kompetensi yang diharapkan. Skor kepraktisan penggunaan (4,61) menunjukkan bahwa antarmuka GeoGebra yang dikembangkan cukup ramah pengguna bagi siswa SMA. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hohenwarter et al. (2008) yang menyatakan bahwa GeoGebra dirancang secara ergonomis untuk memfasilitasi eksplorasi mandiri siswa pada berbagai jenjang pendidikan.

Tabel 3. Distribusi Kategori Kemampuan Siswa Sebelum dan Sesudah Penggunaan Media

Kategori Nilai	Rentang Nilai	Pre-test (n)	Post-test (n)
Tinggi	≥ 85	0	10
Sedang	70–84	7	15
Rendah	< 70	23	5
Total		30	30

Sumber: Data Primer, 2024

Untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai peningkatan hasil belajar siswa, dilakukan analisis distribusi kategori kemampuan sebelum dan sesudah penggunaan media pembelajaran berbasis GeoGebra. Berdasarkan Tabel 3, sebelum intervensi sebagian besar siswa (76,67%) berada pada kategori rendah, sedangkan tidak terdapat siswa yang mencapai kategori tinggi. Setelah penggunaan media, jumlah siswa pada kategori tinggi meningkat menjadi 33,33%, kategori sedang menjadi 50,00%, dan kategori rendah menurun menjadi 16,67%. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar tidak hanya terjadi pada nilai rata-rata kelas, tetapi juga pada pergeseran distribusi kemampuan siswa menuju kategori yang lebih baik.

Hasil Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan dilaksanakan selama enam pertemuan (14 jam pelajaran) di kelas XI MIPA 2. Pada setiap pertemuan, siswa mengeksplorasi applet GeoGebra yang telah disiapkan, mengisi lembar kerja yang terintegrasi dengan media, dan mendiskusikan temuan mereka dalam kelompok kecil. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing eksplorasi dan mengkonfirmasi pemahaman siswa. Hasil pre-test dan post-test beserta analisis N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pre-test dan Post-test Siswa

No.	Keterangan	Pre-test	Post-test	N-Gain
1	Nilai Rata-rata	52,40	80,27	0,58
2	Nilai Tertinggi	70,00	95,00	-
3	Nilai Terendah	30,00	60,00	-
4	Standar Deviasi	11,23	9,47	-
5	Persentase Ketuntasan	23,33%	83,33%	-

Sumber: Data Primer, 2026.

Berdasarkan Tabel 2, terdapat peningkatan nilai rata-rata yang signifikan dari pre-test (52,40) ke post-test (80,27). Nilai N-Gain sebesar 0,58 mengindikasikan peningkatan pemahaman konsep pada kategori sedang menurut kriteria Hake (1999). Walaupun berada pada kategori sedang, peningkatan ini bermakna secara praktis karena persentase ketuntasan meningkat drastis dari 23,33% menjadi 83,33%. Hasil uji-t

berpasangan menunjukkan nilai $t = 14,72$ dengan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan media GeoGebra.

Peningkatan pemahaman konsep ini dapat dikaitkan dengan beberapa keunggulan media GeoGebra yang dikembangkan. Pertama, fitur drag-and-drop pada applet transformasi memungkinkan siswa mengamati secara langsung bagaimana sebuah objek berubah posisi, orientasi, atau ukurannya ketika parameter transformasi dimodifikasi. Hal ini mendukung prinsip konkret-semi-konkret-abstrak (CSA) dalam pembelajaran matematika yang dikemukakan oleh Bruner (1966). Kedua, umpan balik visual yang instan memungkinkan siswa mengidentifikasi dan mengoreksi miskonsepsi mereka secara mandiri, yang berkontribusi pada pembelajaran yang lebih bermakna.

Respons positif siswa terhadap media mencapai 89,7% dengan aspek motivasi belajar mendapatkan respons tertinggi (93,3%). Hal ini mengindikasikan bahwa media berbasis GeoGebra mampu membangkitkan minat dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Temuan ini konsisten dengan penelitian Arbain dan Shukor (2015) serta Dikovic (2009) yang melaporkan peningkatan motivasi intrinsik siswa setelah penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran geometri. Beberapa siswa menyatakan dalam angket bahwa mereka merasa lebih mudah memahami konsep transformasi karena dapat "bermain" dengan objek geometri secara interaktif dibandingkan hanya mengamati gambar statis di buku teks.

Meskipun hasil yang diperoleh positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Nilai N-Gain yang berada pada kategori sedang (bukan tinggi) mengindikasikan bahwa masih ada ruang untuk perbaikan, khususnya pada materi rotasi dengan sudut non-standar dan dilatasi dengan pusat di luar titik asal yang masih dirasakan sulit oleh sebagian siswa. Selain itu, penelitian ini hanya dilaksanakan di satu kelas sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan kehati-hatian. Penelitian lanjutan dengan desain kuasi-eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol diperlukan untuk memperoleh kesimpulan kausal yang lebih kuat.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini berhasil menghasilkan media pembelajaran berbasis GeoGebra untuk materi geometri transformasi kelas XI SMA yang valid, praktis, dan efektif. Kevalidan media terbukti dari hasil validasi ahli yang mencapai rata-rata 4,68 (sangat baik). Kepraktisan media ditunjukkan oleh respons positif siswa sebesar 89,7%. Efektivitas media terbukti melalui peningkatan N-Gain sebesar 0,58 (kategori sedang), kenaikan persentase ketuntasan dari 23,33% menjadi 83,33%, serta perbedaan signifikan antara hasil pre-test dan post-test ($p < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa media berbasis GeoGebra yang dirancang secara sistematis dengan model ADDIE dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep geometri transformasi yang abstrak. Implikasi praktis penelitian ini adalah perlunya integrasi media dinamis berbasis GeoGebra dalam pembelajaran matematika di tingkat SMA secara lebih luas, didukung dengan pelatihan guru dan penyediaan infrastruktur teknologi yang memadai. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas media ini pada populasi yang lebih besar dengan desain eksperimen yang lebih ketat serta mengembangkan media serupa untuk topik matematika lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Sekolah dan seluruh staf SMA Negeri 5 Surabaya atas izin dan fasilitas yang diberikan selama penelitian berlangsung. Penghargaan juga disampaikan kepada para validator ahli yang telah memberikan masukan konstruktif dalam proses pengembangan media, serta kepada seluruh siswa kelas XI MIPA 2 yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Accascina, G., & Rogora, E. (2006). Using GeoGebra for teaching and learning mathematics. *International Journal of Technology in Mathematics Education*, 13(2), 87–96.
- Afhami, A. H. (2022). Aplikasi GeoGebra Classic terhadap pemahaman konsep matematika siswa pada materi transformasi geometri. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 449–460. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i3.1119>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The effects of GeoGebra on students' achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
- Asnawi, M. H., Turmudi, T., & Harini, S. (2022). Development of GeoGebra-assisted digital learning media for geometry transformation materials based on Van Hiele's theory. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 6(2). <https://doi.org/10.12928/ijeme.v6i2.22444>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain*. David McKay.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Buchori, A., Putra, F. G., & Rahmawati, N. D. (2024). AR-based interactive GeoGebra learning media for optimizing transformation geometry learning in higher education. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3). <https://doi.org/10.24042/ij sme.v7i3.21345>
- Deana, R., & Badruzzaman, F. H. (2021). Aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri dan transformasi. *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 20(1). <https://doi.org/10.29313/matematika.v20i1.1540>
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191–203. <https://doi.org/10.2298/CSIS0902191D>
- Fatmawati, R., & Yahfizham. (2024). Systematic literature review: Pemanfaatan aplikasi GeoGebra pada materi transformasi geometri. *International Journal of Mathematics and Science Education*, 1(2). <https://doi.org/10.62951/ijmse.v1i2.17>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. American Educational Research Association.
- Hermawan, V., Anggiana, A. D., & Rahman, T. (2023). Peningkatan kemampuan pemahaman konsep siswa SMA melalui discovery learning berbantuan GeoGebra. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*.
- Hidayati, A. N., & Murtiyasa, B. (2024). Efektivitas media pembelajaran GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi transformasi geometri. *JIPMat*, 9(2). <https://doi.org/10.26877/jipmat.v9i2.481>
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. In *Proceedings of the Compmath Conference*. Prague, Czech Republic.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. In *Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education*. Mexico.
- Ningsih, R., & Hartono, Y. (2021). Kesulitan belajar geometri transformasi siswa SMA: Studi kasus di Palembang. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 6(1), 12–20. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v6i1.2187>
- Pramana, B. W. A., Susanto, S., Suwito, A., Lestari, N. D. S., & Murtikusuma, R. P. (2022). Pengembangan e-modul berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri SMA. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.30656/gauss.v5i2.5694>
- Purwanto, A., Rahayuningsih, S., & Sugiarto, E. (2020). Analisis miskonsepsi siswa pada materi transformasi geometri kelas XI. *Jurnal Didaktik Matematika*, 7(1), 1–15. <https://doi.org/10.24815/jdm.v7i1.15044>
- Septian, A., Darhim, D., & Prabawanto, S. (2020). Penerapan model pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah geometri. *Jurnal Elemen*, 6(2), 221–235. <https://doi.org/10.29408/jel.v6i2.2185>
- Satriawati, G., Ridwan, M., & Kustiawati, D. (2023). Pengembangan bahan ajar transformasi geometri berbantuan GeoGebra untuk memfasilitasi kemampuan visualisasi. *ALGORITMA: Journal of Mathematics Education*, 4(2), 127–139. <https://doi.org/10.15408/ajme.v4i2.28853>
- Surgandini, A., Deniyanti, P., & Noornia, A. (2019). Pengembangan pembelajaran dengan pendekatan PMRI berbantuan GeoGebra untuk membangun pemahaman konsep transformasi geometri. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 85–96. <https://doi.org/10.31000/prima.v3i2.932>
- El Hakim, L., Cahyani, A., & Sovia, A. (2024). Needs analysis of learning devices with reciprocal teaching model assisted by GeoGebra on geometric transformation material. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(3). <https://doi.org/10.23969/jp.v9i3.18950>

- Pramono, C. F. S., Pujawan, I. G. N., & Suweken, G. (2025). Pengaruh penerapan model guided discovery learning berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemecahan masalah transformasi geometri pada siswa kelas XI. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 6(1). <https://doi.org/10.53866/jimi.v6i1.1203>
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 183–187. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038>