NOTASI : Jurnal Pendidikan Matematika
e-ISSN : 2988-5908 Vol. 4, No. 1, Hal. 44-52, Maret 2026

Implementasi STEAM-PjBL berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis kelas XI

Nabilla Kenzabrina[1], Ahmad Nafis Thabrani[1], Giva Febriani[1], Putri Yulia[1*]
[1]Program Studi Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, Sumatera Barat, Indonesia
[*]Correspondence: putriyulia@uinib.ac.id
© The Author(s) 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui implementasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi GeoGebra. Penelitian menggunakan metode implementasi dan evaluasi dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Subjek penelitian adalah 35 peserta didik kelas XI Fase F SMA Negeri 5 Padang. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan pemecahan masalah matematis dan lembar observasi aktivitas peserta didik. Analisis data dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* dengan bantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (<0,05), sehingga terdapat peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah implementasi pembelajaran. Selain itu, peserta didik menunjukkan partisipasi aktif selama pembelajaran, mampu memanfaatkan GeoGebra untuk mengeksplorasi konsep transformasi geometri, serta lebih sistematis dalam menyelesaikan masalah matematis. Dengan demikian, implementasi pendekatan STEAM dengan model PjBL berbantuan GeoGebra dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

Kata kunci: STEAM, Project Based Learning (PjBL), GeoGebra, kemampuan pemecahan masalah matematis, transformasi geometri

Abstract

This study aimed to determine the improvement of students' mathematical problem-solving ability through the implementation of the *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) approach integrated with the *Project Based Learning* (PjBL) model assisted by GeoGebra. The research employed an implementation and evaluation method using a *One Group Pretest-Posttest Design*. The participants were 35 Grade XI Phase F students of SMA Negeri 5 Padang. The research instruments consisted of a mathematical problem-solving test and an observation sheet. Data were analyzed using a paired sample t-test with SPSS. The results indicated a significance value of 0.000 (<0.05), showing a significant improvement in students' mathematical problem-solving ability after the implementation of the learning approach. Furthermore, students actively participated in the learning activities, utilized GeoGebra to explore geometry transformation concepts, and became more systematic in solving mathematical problems. Therefore, the implementation of the STEAM approach integrated with the PjBL model assisted by GeoGebra can be considered an effective alternative for improving students' mathematical problem-solving ability.

Keywords: STEAM, Project Based Learning (PjBL), GeoGebra, mathematical problem-solving ability, geometry transformation

How to cite: Kenzabrina, N., Thabrani, A, N., & Febriani, G., & Yulia, P. (2026). Implementasi STEAM-PjBL berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis kelas XI. *Jurnal Notasi*, *4*(1), 44-52. https://doi.org/10.70115/notasi.v4i1.673

Received: 11 Januari 2026 | Revised: 14 Februari 2026
Accepted: 9 Maret 2026 | Published: 30 Maret 2026

Jurnal NOTASI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu disiplin ilmu yang memiliki peran penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan kehidupan sehari-hari. Melalui pembelajaran matematika, peserta didik diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, kreatif, dan analitis dalam menghadapi berbagai permasalahan (Nurlaela & Imami, 2022). Selain berfungsi sebagai ilmu dasar bagi berbagai bidang sains dan teknologi, matematika juga menjadi sarana untuk melatih peserta didik dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan situasi nyata. Oleh karena itu, pembelajaran matematika tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep dan prosedur, tetapi juga pada pengembangan kemampuan matematis yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu kemampuan matematis yang penting untuk dikembangkan adalah kemampuan pemecahan masalah matematis. Kemampuan ini merupakan kemampuan peserta didik dalam memahami suatu permasalahan, merencanakan strategi penyelesaian, melaksanakan strategi yang telah direncanakan, serta memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran matematika karena memungkinkan peserta didik menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan berbagai permasalahan, baik dalam konteks matematika maupun kehidupan nyata (Faoziyah, 2022). Peserta didik yang memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik akan lebih mudah memahami konsep-konsep matematika serta mampu menerapkannya dalam berbagai situasi.

Pentingnya kemampuan pemecahan masalah matematis juga tercermin dalam hasil Programme for International Student Assessment (PISA) yang diselenggarakan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Berdasarkan hasil PISA tahun 2022, kemampuan matematika peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD. Hanya sekitar 18% peserta didik Indonesia yang mencapai tingkat kompetensi minimum (Level 2), sedangkan rata-rata negara OECD mencapai sekitar 69% (OECD, 2023). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menerapkan konsep matematika untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual yang membutuhkan penalaran dan pengambilan keputusan.

Permasalahan serupa juga ditemukan pada pembelajaran matematika di SMA Negeri 5 Padang. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran matematika dan hasil observasi selama proses pembelajaran, diketahui bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik masih tergolong rendah, khususnya pada materi transformasi geometri. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami permasalahan yang diberikan, menentukan strategi penyelesaian yang tepat, melaksanakan penyelesaian secara sistematis, serta memeriksa kembali hasil yang telah diperoleh. Selain itu, proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah sehingga peserta didik kurang memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi konsep matematika secara aktif dan mandiri.

Transformasi geometri merupakan salah satu materi yang memerlukan kemampuan pemecahan masalah yang baik. Materi ini meliputi translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi yang menuntut peserta didik memahami perubahan posisi maupun bentuk suatu objek secara matematis. Berdasarkan hasil observasi awal, masih banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam menentukan hasil transformasi suatu titik maupun bangun, terutama ketika permasalahan disajikan dalam bentuk kontekstual. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu pendekatan

pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memahami konsep transformasi geometri secara lebih konkret dan bermakna.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pendekatan *Science*, *Technology*, *Engineering*, *Arts*, *and Mathematics* (STEAM). Pendekatan STEAM mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika ke dalam suatu pengalaman belajar yang utuh sehingga peserta didik mampu menghubungkan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pembelajaran dengan pendekatan STEAM menjadikan proses belajar lebih kontekstual, bermakna, serta mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, dan kemampuan pemecahan masalah yang dibutuhkan pada abad ke-21 (Nurhasanah et al., 2023).

Agar implementasi STEAM dapat berjalan secara optimal, diperlukan model pembelajaran yang mampu memberikan pengalaman belajar aktif kepada peserta didik. Salah satu model yang sesuai adalah *Project Based Learning* (PjBL). Model PjBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui penyelesaian suatu proyek yang berkaitan dengan permasalahan nyata. Dalam pembelajaran berbasis proyek, peserta didik diberi kesempatan untuk merancang, mengembangkan, dan mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuat sehingga dapat meningkatkan keterlibatan, tanggung jawab, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik selama proses pembelajaran.

Selain penggunaan pendekatan dan model pembelajaran yang tepat, pemanfaatan teknologi juga memiliki peran penting dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep matematika yang bersifat abstrak. Salah satu perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan adalah GeoGebra. GeoGebra merupakan aplikasi matematika dinamis yang memungkinkan peserta didik memvisualisasikan berbagai konsep geometri secara interaktif. Pada materi transformasi geometri, GeoGebra dapat membantu peserta didik mengamati secara langsung proses translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih mudah dipahami. Penggunaan GeoGebra juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan eksplorasi dan memverifikasi hasil penyelesaian masalah secara mandiri.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEAM mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Akbar et al. (2022) menyatakan bahwa penerapan model PjBL dengan pendekatan STEAM berbantuan aplikasi Android efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis pada materi barisan dan deret. Luthfia (2024) juga melaporkan bahwa pembelajaran STEAM berbantuan teknologi mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis pada materi sistem persamaan linear dua variabel. Selain itu, Fauziah dan Wijayanti (2024) menemukan bahwa pembelajaran berbasis STEM berbantuan e-modul dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, serta memeriksa kembali hasil yang diperoleh.

Meskipun demikian, penelitian mengenai implementasi pendekatan STEAM yang dipadukan dengan model Project Based Learning (PjBL) berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri di tingkat SMA masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada materi barisan dan deret, sistem persamaan linear, maupun trigonometri. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan pendekatan STEAM dengan model

PjBL berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi transformasi geometri di kelas XI Fase F SMA Negeri 5 Padang.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah diterapkannya pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri di kelas XI Fase F SMA Negeri 5 Padang.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode implementasi dan evaluasi untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah diterapkannya pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi GeoGebra pada materi transformasi geometri. Metode implementasi dan evaluasi digunakan untuk melihat efektivitas suatu inovasi pembelajaran yang diterapkan secara langsung dalam proses pembelajaran sekaligus mengevaluasi perubahan kemampuan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran.

Desain penelitian yang digunakan adalah One Group Pretest-Posttest Design. Pada desain ini, peserta didik diberikan tes awal (*pretest*) sebelum pelaksanaan pembelajaran dan tes akhir (*posttest*) setelah pembelajaran selesai dilaksanakan. Perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah implementasi pembelajaran.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 5 Padang pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas XI Fase F yang berjumlah 35 orang. Pemilihan kelas dilakukan berdasarkan hasil konsultasi dengan guru mata pelajaran matematika yang menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada kelas tersebut masih perlu ditingkatkan, khususnya pada materi transformasi geometri.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes uraian kemampuan pemecahan masalah matematis yang disusun berdasarkan indikator pemecahan masalah menurut Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Selain itu, digunakan lembar observasi untuk mengamati aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Implementasi pembelajaran dilakukan dengan mengintegrasikan unsur *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) ke dalam sintaks *Project Based Learning* (PjBL). Peserta didik diberikan proyek yang berkaitan dengan materi transformasi geometri, kemudian mengeksplorasi konsep menggunakan aplikasi GeoGebra, menyelesaikan permasalahan yang diberikan, berdiskusi dengan anggota kelompok, serta mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuat di depan kelas.

Data penelitian dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitasnya untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji paired sample t-test untuk mengetahui perbedaan rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebelum dan sesudah implementasi pembelajaran. Kriteria pengambilan keputusan adalah H_0 ditolak apabila nilai

signifikansi (*Sig. 2-tailed*) < 0,05, yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah implementasi pembelajaran.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik setelah diterapkan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi GeoGebra pada materi transformasi geometri. Data penelitian diperoleh melalui tes kemampuan pemecahan masalah matematis yang diberikan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah pembelajaran (*posttest*). Data kemudian dianalisis menggunakan uji paired sample t-test dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

Tabel 1. Hasil Uji Paired Sample t-Test

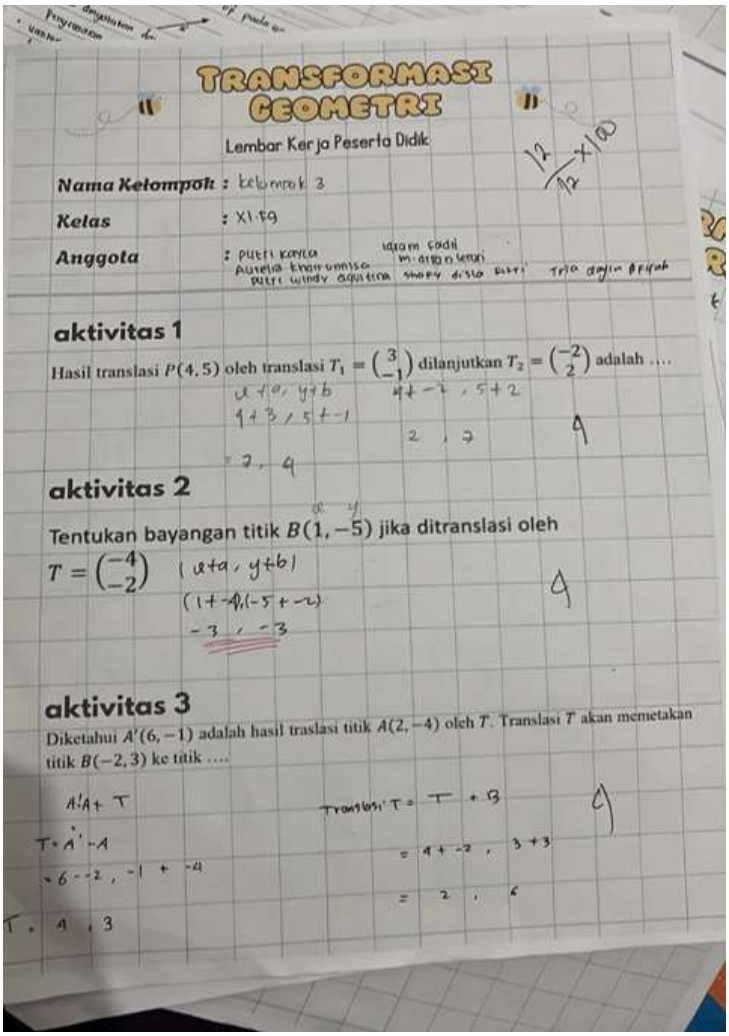
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Posstest	9.486	14.041	2.373	4.663	14.309	3.997	34	0.000

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai rata-rata selisih (*mean difference*) sebesar 9,486 dengan nilai t = 3,997, derajat kebebasan (df) sebesar 34, dan nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0,000. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 sehingga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Dengan demikian, kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik mengalami peningkatan setelah diterapkannya pendekatan STEAM dengan model PjBL berbantuan GeoGebra.

Selain berdasarkan hasil uji statistik, peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis juga terlihat dari hasil pekerjaan peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Salah satu contoh hasil pekerjaan peserta didik disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, peserta didik mampu menyelesaikan seluruh soal transformasi geometri dengan tepat. Pada soal pertama peserta didik dapat menentukan hasil translasi sesuai koordinat yang diberikan. Pada soal kedua peserta didik mampu menentukan koordinat bayangan hasil translasi dengan benar. Selanjutnya pada soal ketiga peserta didik dapat menentukan bentuk transformasi berdasarkan informasi yang diketahui. Selain memperoleh jawaban yang benar, peserta didik juga menuliskan langkah-langkah penyelesaian secara sistematis mulai dari menuliskan informasi yang diketahui, menentukan strategi penyelesaian, melakukan perhitungan, hingga menarik kesimpulan.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah implementasi pembelajaran, kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan transformasi geometri mengalami peningkatan. Peserta didik tidak hanya mampu menggunakan rumus yang sesuai, tetapi juga memahami konsep transformasi geometri sehingga dapat menyelesaikan permasalahan secara lebih sistematis.



Gambar 1. Contoh Hasil Pekerjaan Peserta Didik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji paired sample t-test yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan STEAM dengan model PjBL berbantuan GeoGebra.

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis terlihat dari kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal transformasi geometri secara lebih sistematis. Berdasarkan hasil pekerjaan peserta didik, sebagian besar telah mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan pada soal, menentukan konsep transformasi yang tepat, melakukan proses perhitungan dengan benar, serta menuliskan kesimpulan sesuai hasil yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya menghafal rumus, tetapi juga memahami konsep transformasi geometri dan mampu menggunakannya untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan.

Jika ditinjau berdasarkan tahapan pemecahan masalah menurut Polya, peningkatan kemampuan peserta didik terlihat pada setiap indikator. Pada tahap memahami masalah, peserta didik mampu mengidentifikasi informasi yang terdapat pada soal dengan lebih tepat. Pada tahap merencanakan penyelesaian, peserta didik dapat menentukan jenis transformasi yang digunakan sesuai dengan kondisi permasalahan. Pada tahap melaksanakan penyelesaian, peserta didik mampu melakukan proses perhitungan koordinat hasil transformasi secara benar. Selanjutnya, pada tahap memeriksa kembali, peserta didik mulai terbiasa mengevaluasi hasil pekerjaannya dengan memanfaatkan aplikasi GeoGebra sehingga kesalahan perhitungan dapat diminimalkan.

Pendekatan STEAM memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam proses pembelajaran. Melalui pendekatan ini, peserta didik didorong untuk menghubungkan konsep matematika dengan situasi nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual. Integrasi berbagai disiplin ilmu tersebut juga melatih peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, berkolaborasi, dan berkomunikasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

Selain pendekatan STEAM, model *Project Based Learning* (PjBL) juga berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selama proses pembelajaran, peserta didik bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek yang berkaitan dengan transformasi geometri. Kegiatan tersebut mendorong peserta didik untuk berdiskusi, bertukar pendapat, mencari berbagai alternatif penyelesaian, serta mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuat. Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik ini memberikan kesempatan kepada mereka untuk membangun pengetahuan secara mandiri sehingga pemahaman terhadap konsep transformasi geometri menjadi lebih baik.

Penggunaan aplikasi GeoGebra juga memberikan kontribusi yang besar dalam pembelajaran. Melalui visualisasi yang interaktif, peserta didik dapat mengamati secara langsung proses translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi sehingga konsep-konsep yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Selain digunakan untuk mengeksplorasi konsep, GeoGebra juga membantu peserta didik memverifikasi hasil penyelesaian yang diperoleh sehingga meningkatkan ketelitian dan kepercayaan diri dalam menyelesaikan soal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Akbar et al. (2022) yang menyatakan bahwa penerapan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEAM mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Penelitian Luthfia (2024) juga menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM berbantuan teknologi dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selain itu, Fauziah dan Wijayanti (2024) melaporkan bahwa pembelajaran berbasis STEM berbantuan e-modul mampu

meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Kesamaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEAM dengan pemanfaatan teknologi mampu menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Berdasarkan hasil penelitian dan didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya, dapat dipahami bahwa implementasi pendekatan STEAM dengan model *Project Based Learning* berbantuan GeoGebra merupakan salah satu alternatif pembelajaran yang efektif untuk diterapkan pada materi transformasi geometri. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan hasil belajar peserta didik, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta kemampuan pemecahan masalah yang menjadi kompetensi penting dalam pembelajaran matematika pada abad ke-21.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik kelas XI Fase F SMA Negeri 5 Padang pada materi transformasi geometri. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05), yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran.

Commented [H1]: Ini dihapus saja karena sudah di pada hasil dan pembahasan

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis terlihat dari kemampuan peserta didik dalam memahami masalah, merencanakan strategi penyelesaian, melaksanakan penyelesaian secara sistematis, serta memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Selain itu, penggunaan GeoGebra membantu peserta didik memvisualisasikan konsep transformasi geometri secara lebih konkret dan interaktif, sedangkan penerapan pendekatan STEAM melalui model *Project Based Learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kontekstual, kolaboratif, dan bermakna. Oleh karena itu, pendekatan STEAM dengan model PjBL berbantuan GeoGebra dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi transformasi geometri.

Daftar Pustaka

Akbar, F. H., Rahayu, R., & Wanabuliandari, S. (2022). The effectiveness of PBL model with STEAM approach assisted by Android application on students' mathematical problem solving ability. *Journal of Education Technology, 6*(3), 548–559.

Faoziyah, N. (2022). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui pembelajaran berbasis PBL. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala, 7*(2), 490–496.

Izzati, N. N., & Dewi, N. R. (2023). Development of STEAM-based mathematics teaching materials on direct and inverse proportion to improve mathematical problem-solving ability and self regulated learning. *Unnes Journal of Mathematics Education, 12*(1), 51–59. https://doi.org/10.15294/ujme.v12i1.68735

Khairani, M., Mukhni, & Aini, F. Q. (2018). Pembelajaran berbasis STEM dalam perkuliahan kalkulus di perguruan tinggi. *UNINUS Journal of Mathematics Education and Science*, *3*(2), 104–111.

Nainggolan, D. A. (2023). Development of learning device with a creative problem solving model helped use GeoGebra software to enhance students ability to solve mathematical problems. *Proceedings of the 4th International Conference on Science and Technology Applications (ICoSTA 2022)*. https://doi.org/10.4108/eai.1-11-2022.2326177

Nurlaela, E., & Imami, A. I. (2022). Peningkatan kemampuan literasi matematika siswa melalui penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* di kelas VII SMPIT Insan Harapan. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, *12*(1), 33–42.

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Rahman, A., Suharyat, Y., Ilwandri, I., Santosa, T. A., Sofianora, A., Gunawan, R. G., & Putra, R. (2023). Meta-analisis: Pengaruh pendekatan STEM berbasis etnosains terhadap kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kreatif siswa. *Innovative: Journal of Social Science Research*, *3*(2), 2111–2125.

Urfaijah, S., Sumarni, W., Sumarti, S., & Kurniawan, C. (2021). Pengaruh *Project Based Learning* terintegrasi STEM pada pembelajaran hidrolisis garam terhadap keaktifan siswa. *Chemistry in Education*.