



SINERGI DIGITAL-INTERDISIPLINER: PENGARUH PEMBELAJARAN STEAM BERBASIS APLIKASI GEOGEBRA TERHADAP REPRESENTASI GEOMETRI

Muhammad Arif Juliantoro¹, Siti Nur Azizah²

^{1,2} Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas KH. Mukhtar Syafaat
Banyuwangi

email korespondensi: ajemuhammad06@gmail.com

Diterima: (diisi oleh editor), **Revisi:** (diisi oleh editor), **Diterbitkan:** (diisi oleh editor)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis quasi eksperimen. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas VIII SMP Plus Darussalam Blokagung Banyuwangi, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pretest, posttest, dokumentasi, dan rubrik penilaian representasi geometri. Analisis data menggunakan uji normalitas, homogenitas, dan Independent Sample t-Test dengan bantuan aplikasi SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa. Pembelajaran berbasis STEAM dan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan visualisasi, kreativitas, serta keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran matematika.

Kata kunci: Bangun ruang, GeoGebra, representasi geometri, STEAM.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of STEAM learning based on the GeoGebra application on students' geometric representation competence in three-dimensional geometry material. This research used a quantitative approach with a quasi-experimental design. The sample consisted of two eighth-grade classes at SMP Plus Darussalam Blokagung Banyuwangi. Data were collected through pretest, posttest, documentation, and assessment rubrics. The data analysis used normality test, homogeneity test, and Independent Sample t-Test using SPSS. The results showed that STEAM learning based on GeoGebra significantly improved students' geometric representation competence. This learning model also enhanced students' visualization skills, creativity, and active participation in mathematics learning.

Key words: *GeoGebra, Geometric representation, STEAM, three-dimensional object.*

Pendahuluan

Kemajuan teknologi digital dalam dunia pendidikan pada era Revolusi Industri 4.0 mendorong perlunya inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa. Dalam pembelajaran matematika, khususnya materi bangun ruang, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep spasial, memvisualisasikan objek tiga dimensi, serta merepresentasikan konsep tersebut ke dalam bentuk visual, simbolik, dan verbal (Sugianto et al., 2017). Representasi geometri merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena membantu siswa memahami konsep abstrak melalui berbagai bentuk representasi. Akan tetapi, pembelajaran matematika di sekolah masih didominasi metode konvensional yang cenderung abstrak dan kurang memberikan pengalaman eksploratif kepada siswa sehingga kemampuan representasi geometri siswa masih tergolong rendah (Wahyuni et al., 2023).

Materi bangun ruang merupakan salah satu materi geometri yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi. Siswa tidak hanya dituntut memahami rumus volume dan luas permukaan, tetapi juga memahami hubungan antar-unsur geometri seperti titik sudut, rusuk, bidang sisi, dan bentuk spasial bangun ruang. Puspita (2024) menjelaskan bahwa materi bangun ruang sisi datar, seperti kubus, balok, prisma, dan limas, sering dianggap sulit oleh siswa SMP karena bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan visualisasi yang baik. Kesulitan tersebut menyebabkan banyak siswa mengalami hambatan dalam menggambar, menjelaskan, maupun menyelesaikan masalah geometri secara tepat.

Transformasi digital dalam pendidikan memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi. Salah satu aplikasi yang banyak digunakan dalam pembelajaran matematika adalah GeoGebra. Menurut Azizah et al. (2024) GeoGebra merupakan media pembelajaran matematika dinamis yang mendukung pembelajaran geometri, aljabar, statistika, grafik, dan kalkulus secara interaktif. Ziatdinov dan Valles (2022) menjelaskan bahwa GeoGebra memiliki keunggulan dalam pemodelan, visualisasi, dan pemrograman sehingga dapat membantu siswa mempelajari konsep matematika dan STEM secara lebih interaktif. GeoGebra, khususnya fitur GeoGebra 3D, memungkinkan siswa mengamati bangun ruang secara dinamis sehingga siswa dapat memahami bentuk, ukuran, volume, dan hubungan antar-unsur bangun ruang secara lebih konkret.

Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika telah terbukti memberikan dampak positif terhadap kemampuan representasi matematis siswa. Septian et al. (2023) menjelaskan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran menggunakan GeoGebra lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran biasa. Selain itu, Puspita (2024) menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran materi bangun ruang sisi datar SMP efektif dan praktis karena dapat membantu siswa memahami konsep geometri yang abstrak melalui visualisasi digital. Lebih lanjut dijelaskan bahwa GeoGebra juga mendukung pembelajaran kolaboratif sehingga siswa dapat bekerja sama dalam memecahkan masalah dan mengeksplorasi konsep bangun ruang secara lebih efektif.

Dari sisi pengembangan kompetensi, GeoGebra membantu siswa meningkatkan kemampuan representasi visual dan spasial yang menjadi salah satu kendala utama dalam pembelajaran geometri (Anim et al., 2022). Melalui GeoGebra, siswa dapat membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam karena mereka tidak hanya melihat gambar statis, tetapi juga melakukan manipulasi objek geometri secara langsung. Ziatdinov dan Valles (2022) menjelaskan bahwa visualisasi dinamis dalam GeoGebra dapat membantu siswa menghubungkan model, representasi visual, dan konsep matematika sehingga pembelajaran geometri menjadi lebih bermakna.

Meskipun demikian, penggunaan media digital saja belum cukup apabila tidak dipadukan dengan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21. Dalam hal ini, pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) menjadi salah satu alternatif pembelajaran yang relevan. Pembelajaran STEAM menekankan integrasi berbagai disiplin ilmu untuk mendorong kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi siswa dalam menyelesaikan masalah nyata (Rahmawati & Juandi, 2022). Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan konsep matematika secara teoritis, tetapi juga memberikan pengalaman belajar berbasis proyek dan eksplorasi.

Menurut Suryonegoro et al. (2025), pendekatan STEAM berbantuan teknologi digital mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran yang kontekstual dan interaktif. Pendekatan STEAM juga sangat relevan dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek, diferensiasi pembelajaran, penggunaan teknologi, dan penguatan profil Pelajar Pancasila. Dalam konteks pembelajaran bangun ruang, STEAM memungkinkan siswa melakukan

eksplorasi, perancangan model tiga dimensi, dan pemecahan masalah geometris melalui teknologi digital.

Integrasi GeoGebra dengan pendekatan STEAM menciptakan sinergi digital-interdisipliner yang dapat menghadirkan pembelajaran matematika lebih aktif dan inovatif. Nugroho (2024) menjelaskan bahwa pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa karena siswa terlibat langsung dalam kegiatan eksploratif dan konstruksi objek matematika secara digital. Selain itu, integrasi unsur seni (*Arts*) dalam STEAM memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kreativitas visual dalam menyajikan representasi geometri yang lebih komunikatif dan estetik.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran berbantuan GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang siswa secara signifikan (Puspita 2024). Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada hasil belajar atau pemahaman konsep matematika secara umum, bukan pada kemampuan representasi visual, simbolik, verbal, dan spasial siswa secara komprehensif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dirasa penting untuk dilakukan sebagai upaya menghadirkan inovasi pembelajaran matematika yang mampu meningkatkan kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui integrasi pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan representasi geometri siswa secara visual, simbolik, verbal, dan spasial. Integrasi tersebut diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep bangun ruang secara lebih konkret, meningkatkan kreativitas dan motivasi belajar siswa, serta mendukung terciptanya pembelajaran matematika yang inovatif dan sesuai dengan tuntutan perkembangan teknologi pendidikan modern.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. Secara khusus, penelitian ini ditujukan untuk mengukur besar pengaruh pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra terhadap peningkatan kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa SMP Plus

Darussalam Blokagung, Tegalsari, Banyuwangi, dengan fokus pada kompetensi representasi visual, representasi simbolik, representasi verbal, interpretasi model GeoGebra, dan pemecahan masalah geometri pada materi bangun ruang.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian *quasi-experiment*. Pendekatan kuantitatif digunakan sesuai dengan tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa melalui pengukuran data numerik dan analisis statistik. Jenis penelitian *quasi-experiment* dipilih karena peneliti tidak dapat melakukan pengacakan subjek secara penuh terhadap kelas eksperimen dan kelas kontrol. Oleh karena itu, penelitian ini tetap menggunakan dua kelompok yang telah terbentuk secara alami di sekolah, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Penelitian dilaksanakan di SMP Plus Darussalam Blokagung, Tegalsari, Banyuwangi pada semester genap tahun pelajaran 2025/2026. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa sekolah tersebut telah menerapkan Kurikulum Merdeka serta memiliki fasilitas pendukung pembelajaran digital yang memungkinkan penggunaan aplikasi GeoGebra dalam proses pembelajaran matematika. Selain itu, pembelajaran matematika di sekolah tersebut masih perlu didukung dengan media visual dan pendekatan interdisipliner, terutama pada materi bangun ruang yang membutuhkan kemampuan visualisasi dan representasi geometri.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Plus Darussalam Blokagung, Tegalsari, Banyuwangi. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas VIII yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* digunakan karena pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu, seperti kesamaan jenjang kelas, kesamaan materi pembelajaran, kemampuan awal siswa yang relatif setara, dan guru pengampu yang sama (Sugiyono, 2019). Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra, sedangkan variabel terikat adalah kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa. Kompetensi representasi geometri dalam penelitian ini mencakup representasi visual, representasi simbolik, representasi verbal,

interpretasi model GeoGebra, dan pemecahan masalah geometri. Satu kelas ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra, sedangkan satu kelas lainnya ditetapkan sebagai kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent control group design*. Dalam desain ini, kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional tanpa bantuan GeoGebra. Pembelajaran konvensional yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pembelajaran yang masih berpusat pada guru, menggunakan penjelasan langsung, contoh soal, tanya jawab, dan latihan soal tanpa penggunaan aplikasi digital interaktif. Dalam pembelajaran konvensional, siswa cenderung menerima materi dari guru dan mengerjakan soal berdasarkan contoh yang diberikan, sehingga pengalaman eksplorasi visual terhadap objek bangun ruang masih terbatas. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan *posttest* untuk mengetahui peningkatan kompetensi representasi geometri siswa setelah perlakuan diberikan.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi soal *pretest* dan *posttest*, lembar observasi, dokumentasi, serta rubrik penilaian kompetensi representasi geometri. Soal *pretest* digunakan untuk mengukur kemampuan awal siswa sebelum perlakuan, sedangkan soal *posttest* digunakan untuk mengukur kemampuan akhir siswa setelah mengikuti pembelajaran. Kedua tes disusun dengan karakteristik yang setara, baik dari segi indikator, tingkat kesulitan, bentuk soal, maupun cakupan materi bangun ruang. Soal tes disusun berdasarkan indikator kemampuan representasi visual, simbolik, verbal, interpretasi model geometri, dan pemecahan masalah geometri pada materi bangun ruang. Menurut Puspita (2024), kemampuan representasi matematis siswa dapat dilihat melalui: kemampuan menggambar objek geometri, menggunakan simbol matematika, menjelaskan konsep secara verbal, dan menyelesaikan masalah berbasis representasi visual. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya. Jenis validitas yang digunakan adalah validitas logis, yaitu validitas yang dilakukan melalui penilaian ahli atau *expert judgment*. Validitas logis dipilih karena instrumen dinilai berdasarkan kesesuaian isi soal dengan indikator kompetensi representasi geometri, kesesuaian materi bangun ruang, konstruksi soal, dan penggunaan bahasa. Hasil penilaian ahli kemudian

dianalisis menggunakan rumus *Aiken's V* untuk mengetahui tingkat kelayakan butir instrumen. Setelah itu, reliabilitas instrumen diuji menggunakan *Cronbach's Alpha* untuk mengetahui konsistensi instrumen dalam mengukur kompetensi representasi geometri siswa.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes, observasi, dan dokumentasi. Tes digunakan untuk memperoleh data kemampuan representasi geometri siswa, yang diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest*. Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra berlangsung. Aspek yang diamati dalam observasi meliputi keaktifan siswa, kemampuan menggunakan GeoGebra, keterlibatan dalam diskusi kelompok, kemampuan mengeksplorasi objek bangun ruang, kreativitas dalam menyajikan model geometri, dan kemampuan mengomunikasikan hasil representasi. Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung berupa foto kegiatan pembelajaran, daftar hadir, hasil tugas GeoGebra, dan arsip pembelajaran yang relevan dengan proses penelitian.

Teknik analisis data dilakukan melalui analisis deskriptif dan analisis inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata, skor maksimum, skor minimum, median, dan standar deviasi hasil *pretest* dan *posttest* siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data observasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor hasil pengamatan pada setiap indikator, mengubahnya kedalam bentuk persentase, kemudian menginterpretasikannya kedalam kategori tertentu, seperti: sangat baik, baik, cukup, kurang, atau sangat kurang. Analisis observasi ini digunakan untuk mendukung hasil tes, terutama dalam menjelaskan keterlibatan siswa selama pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra berlangsung. Selanjutnya, analisis inferensial dilakukan melalui uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*, uji homogenitas menggunakan *Levene Test*, serta uji hipotesis menggunakan *Independent Sample t-Test* dengan bantuan aplikasi *SPSS*. Uji *Independent Sample t-Test* digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP.

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri atas hipotesis nol dan hipotesis alternatif. H_0 menyatakan tidak terdapat pengaruh yang signifikan pembelajaran STEAM

berbasis aplikasi GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. H_1 menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi. Apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada dua kelas VIII SMP Plus Darussalam Blokagung Banyuwangi yang terdiri atas kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Data penelitian diperoleh melalui *pretest*, *posttest*, observasi, dan dokumentasi.

Analisis deskriptif menghasilkan data nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Data *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	Data	N	Mean	Minimum	Maksimum	Standar Deviasi
Kontrol	<i>Pretest</i>	20	30,6	20	44	7,59
Kontrol	<i>Posttest</i>	20	80,6	56	100	11,77
Eksperimen	<i>Pretest</i>	20	44	24	60	10,21
Eksperimen	<i>Posttest</i>	20	87,6	72	100	8,88

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* siswa di kelas kontrol lebih rendah daripada rata-rata nilai *pretest* siswa di kelas eksperimen. Artinya, kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Meskipun demikian, kedua kelas masih menunjukkan perlunya penguatan pada kompetensi representasi geometri karena siswa masih menghadapi kesulitan dalam memahami bentuk bangun ruang, menggambar objek tiga dimensi, memahami hubungan antar unsur geometri, serta menghubungkan representasi visual dengan simbol dan penyelesaian soal matematika.

Setelah diberikan perlakuan pembelajaran, kedua kelas mengalami peningkatan hasil belajar. Dari Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata *posttest* siswa di kelas kontrol lebih rendah dari nilai rata-rata *posttest* siswa di kelas eksperimen.

Artinya, peningkatan hasil belajar siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan siswa di kelas kontrol. Jadi, pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa. Integrasi pendekatan STEAM dan aplikasi GeoGebra mampu membantu siswa memahami konsep geometri secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil observasi selama proses pembelajaran terangkum dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Observasi Aktivitas Pembelajaran

Aspek yang Diamati	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Keaktifan siswa	Siswa lebih aktif bertanya, berdiskusi, dan mencoba fitur GeoGebra.	Siswa cenderung aktif ketika guru memberikan pertanyaan atau contoh soal.
Keterlibatan siswa dalam pembelajaran	Siswa terlibat dalam eksplorasi model bangun ruang secara digital.	Siswa lebih banyak menerima penjelasan dan mengerjakan latihan secara tertulis.
Penggunaan media pembelajaran	Siswa menggunakan GeoGebra untuk memvisualisasikan objek tiga dimensi.	Pembelajaran dilakukan tanpa bantuan aplikasi digital interaktif.
Kerja sama kelompok	Siswa bekerja sama dalam merancang dan menjelaskan model bangun ruang.	Kerja sama muncul saat diskusi atau latihan kelompok, tetapi tidak banyak melibatkan eksplorasi digital.
Kemampuan representasi	Siswa lebih mudah menghubungkan gambar, simbol, penjelasan verbal, dan model geometri.	Siswa masih bergantung pada gambar statis dan penjelasan guru.
Motivasi belajar	Siswa tampak lebih antusias karena pembelajaran menggunakan media visual dan interaktif.	Motivasi belajar cukup baik, tetapi suasana pembelajaran lebih monoton.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki keterlibatan belajar yang lebih aktif. Siswa pada kelas eksperimen tampak lebih antusias ketika menggunakan GeoGebra untuk mengamati, memutar, memperbesar, dan memodifikasi objek bangun ruang secara digital. Aktivitas tersebut membantu siswa memahami unsur-unsur bangun ruang, seperti titik sudut, rusuk, sisi, volume, dan luas permukaan. Siswa juga lebih aktif berdiskusi dalam kelompok karena mereka dapat melihat objek

geometri secara langsung melalui tampilan tiga dimensi. Kondisi ini berbeda dengan kelas kontrol yang lebih banyak mengikuti penjelasan guru, mencatat materi, dan mengerjakan soal berdasarkan contoh yang diberikan.

Hasil observasi di atas, menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran STEAM membantu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif, visual, dan kolaboratif. Siswa tidak hanya menerima materi, tetapi juga terlibat langsung dalam proses eksplorasi konsep bangun ruang. Keterlibatan ini mendukung penguatan kompetensi representasi geometri karena siswa belajar melalui pengalaman visual, simbolik, verbal, dan spasial secara bersamaan.

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data penelitian terlebih dahulu diuji menggunakan uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan bahwa data memenuhi syarat analisis parametrik. Uji normalitas dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk* dengan bantuan aplikasi SPSS. Hasil uji normalitas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Output SPSS Uji Normalitas

Data	<i>Kolmogorov-Smirnov Statistic</i>	df	Sig.	<i>Shapiro-Wilk Statistic</i>	df	Sig.
Posttest Kontrol	0,164	20	0,17	0,947	20	0,32
Pretest Eksperimen	0,15	20	0,2	0,953	20	0,41
Posttest Eksperimen	0,14	20	0,2	0,932	20	0,17
Pretest Kontrol	0,152	20	0,2	0,952	20	0,4

Tabel 3 menunjukkan bahwa uji normalitas menghasilkan data dengan nilai signifikansi *Shapiro-Wilk* lebih dari 0,05. Jadi, dapat disimpulkan bahwa seluruh data berdistribusi normal. Akibatnya data dapat dianalisis menggunakan uji statistik parametrik.

Uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene Test* untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji homogenitas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Output SPSS Uji Homogenitas

Dasar Pengujian	<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
<i>Based on Mean</i>	1,213	1	38	0,28
<i>Based on Median</i>	0,719	1	38	0,4
<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,719	1	31,51	0,4
<i>Based on trimmed mean</i>	1,2	1	38	0,28

Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi pada setiap bagian yang lebih dari 0,05.

Artinya, varians data kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat homogen. Jadi, kedua kelompok memiliki karakteristik varians yang relatif sama dan layak dibandingkan melalui uji hipotesis.

Setelah syarat normalitas dan homogenitas terpenuhi, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-Test*. Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan signifikan antara nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Hasil output SPSS *Group Statistic* disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Output SPSS *Group Statistics*

Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
<i>Posttest</i> Kontrol	20	80,6	11,772	2,632
<i>Posttest</i> Eksperimen	20	87,6	8,888	1,987

Adapun hasil output SPSS untuk *Independent Sample T-Test* disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Output SPSS *Independent Samples t-Test*

Pengujian	F	Sig. Levene	t	df
<i>Equal variances assumed</i>	1,21	0,040	-2,12	38
<i>Equal variances not assumed</i>			-2,12	35,35

Berdasarkan hasil *Independent Sample t-Test*, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,040 pada bagian *Equal variances assumed*. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Dengan demikian, pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP.

Peningkatan kompetensi representasi geometri pada kelas eksperimen terjadi karena siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih aktif, visual, dan interaktif selama proses pembelajaran. Penggunaan GeoGebra memungkinkan siswa memvisualisasikan bangun ruang secara langsung melalui tampilan tiga dimensi yang dapat diputar, diperbesar, dan dimodifikasi. Kegiatan ini membantu siswa memahami hubungan antar unsur geometri seperti titik sudut, rusuk, sisi, volume, dan luas permukaan secara lebih konkret. Hal ini sejalan dengan Ziatdinov dan Valles (2022) yang menjelaskan bahwa GeoGebra mendukung pembelajaran matematika melalui pemodelan, visualisasi, dan eksplorasi interaktif.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis GeoGebra memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan pembelajaran konvensional dalam membantu siswa memahami konsep geometri yang abstrak. Pada kelas kontrol, pembelajaran dilakukan melalui penjelasan guru dan latihan soal tanpa bantuan media digital interaktif. Pola ini tetap dapat meningkatkan hasil belajar, tetapi peningkatannya tidak setinggi kelas eksperimen. Siswa pada kelas kontrol lebih banyak berhadapan dengan gambar statis, sehingga pemahaman terhadap objek tiga dimensi masih terbatas. Sebaliknya, siswa pada kelas eksperimen dapat melihat, mengubah, dan mengeksplorasi bangun ruang secara langsung melalui GeoGebra.

Hasil di atas diperkuat oleh Septian et al. (2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. GeoGebra membantu siswa menghubungkan konsep matematika dengan representasi visual sehingga siswa lebih mudah memahami hubungan antara gambar, simbol, dan penjelasan verbal. Dalam konteks penelitian ini, kemampuan tersebut terlihat dari peningkatan hasil *posttest* kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Selain itu, hasil penelitian ini selaras dengan Puspita (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra pada materi bangun ruang dapat membantu siswa memahami konsep geometri secara lebih jelas. Bangun ruang merupakan materi yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi. Oleh karena itu, penggunaan media dinamis seperti GeoGebra menjadi penting karena siswa tidak hanya membayangkan bentuk ruang, tetapi juga melihat dan memanipulasi objek tersebut secara langsung.

Dari sisi pendekatan pembelajaran, STEAM memberikan kontribusi terhadap peningkatan keterlibatan siswa dalam proses belajar. STEAM mengintegrasikan unsur sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika sehingga siswa tidak hanya mempelajari rumus, tetapi juga menerapkan konsep dalam kegiatan eksploratif dan berbasis proyek. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif. Rahmawati dan Juandi (2022) menjelaskan bahwa pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM dapat diterapkan melalui media pembelajaran berbasis teknologi dan dapat mendukung proses belajar yang lebih bermakna.

Hasil observasi juga memperkuat hasil tes. Siswa pada kelas eksperimen terlihat lebih aktif dalam menggunakan GeoGebra, berdiskusi, dan menjelaskan model bangun ruang yang dibuat. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra tidak hanya meningkatkan hasil akhir, tetapi juga

memperbaiki proses belajar siswa. Siswa terlibat dalam proses mengamati, mencoba, mengevaluasi, dan mengomunikasikan hasil representasi. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih berpusat pada siswa.

Pratama (2025) melalui studi meta-analisis juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra memberikan pengaruh positif yang kuat terhadap kemampuan representasi matematis siswa. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini karena kelas eksperimen yang menggunakan GeoGebra memperoleh rata-rata *posttest* lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Dengan kata lain, GeoGebra dapat menjadi media yang efektif untuk membantu siswa membangun pemahaman matematis melalui representasi visual dan interaktif.

Pendekatan STEAM juga relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Nurhikmayati et al. (2024) menyatakan bahwa pendekatan STEM/STEAM memberikan peluang kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika melalui integrasi berbagai disiplin ilmu. Dalam penelitian ini, integrasi STEAM dan GeoGebra membantu siswa mengembangkan representasi visual, simbolik, verbal, interpretasi model, dan pemecahan masalah geometri. Kelima aspek tersebut merupakan bagian penting dari kompetensi representasi geometri bangun ruang.

Selain meningkatkan kompetensi representasi geometri, pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra juga berdampak pada motivasi belajar siswa. Siswa terlihat lebih antusias karena pembelajaran menggunakan media digital yang menarik dan berbeda dari pembelajaran biasa. Penggunaan tampilan tiga dimensi membuat pembelajaran bangun ruang lebih konkret, sehingga siswa lebih mudah memahami materi dan lebih percaya diri dalam menyelesaikan soal. Motivasi ini menjadi faktor pendukung karena siswa yang aktif dan tertarik pada pembelajaran cenderung lebih mudah memahami konsep yang dipelajari.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji *Independent Sample t-Test* yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,040 < 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat

perbedaan yang signifikan antara kompetensi representasi geometri siswa yang memperoleh pembelajaran STEAM berbasis GeoGebra dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Pengaruh tersebut juga nampak dari perbedaan nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen yang lebih dari kelas kontrol. Artinya, siswa yang belajar menggunakan pendekatan STEAM berbasis GeoGebra memiliki kompetensi representasi geometri yang lebih baik. Pembelajaran ini membantu siswa memvisualisasikan bangun ruang secara lebih konkret, memahami hubungan antar unsur geometri, serta mengembangkan representasi visual, simbolik, verbal, interpretasi model, dan pemecahan masalah geometri. Jadi, pembelajaran STEAM berbasis aplikasi GeoGebra dapat direkomendasikan sebagai alternatif pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kompetensi representasi geometri bangun ruang siswa SMP.

Daftar Pustaka

- Anim, A., Saragih, S., Napitupulu, E. E., Fauzi, K. M. A., Sirait, S., Syafitri, E., Rahmadani, E., & Sari, N. (2022). Pembelajaran Matematika Menggunakan Aplikasi GeoGebra sebagai Alat Bantu Ditinjau Berdasarkan Curiosity Siswa. *Journal of Science and Social Research*, 5(2), 409–415. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i2.944>
- Azizah, S. N., Nada, & Ariyaningsih (2024). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran dalam pembelajaran Realistik Berbasis Masalah. *MAXIMA : Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 43-50. <https://ejournal.uimsya.ac.id/index.php/maxima/article/view/3241/1838>
- Nugroho, H. (2024). Pendekatan STEM Berbantuan GeoGebra pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel untuk Meningkatkan Representasi Matematis. *Jurnal Ilmiah WUNY*, 6(1), 50–62. <https://doi.org/10.21831/jwuny.v6i1.72275>
- Nurhikmayati, I., Kusumah, Y. S., & Darhim. (2024). Mathematical Critical Thinking Skills through STEM/STEAM Approach: a Systematic Literature Review. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences*, 35, 145–160. <https://doi.org/10.55549/epess.810>
- Pratama, R. A. (2025). Efek Pembelajaran Berbantuan GeoGebra terhadap Representasi Matematis Siswa Indonesia: Studi Meta-analisis. *De Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 735–751.

- <https://doi.org/10.36277/deferemat.v8i2.2355>
- Puspita, D. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran GeoGebra untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Bangun Ruang Sisi Datar pada Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). *De Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 11–21. <https://doi.org/10.36277/deferemat.v7i1.326>
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan STEM: Systematic Literature Review. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 149–160. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>
- Septian, A., Setiawan, E., & Noersapitri, Y. (2023). Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Menggunakan GeoGebra. *Jurnal Padagogik*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.35974/jpd.v6i1.2905>
- Sugianto, R., Darmayanti, R., Amany, D. A. L., Rachmawati, L. N., Hasanah, S. N., & Aji, F. B. (2017). Experiment on Ability to Understand Three Dimensional Material Concepts Related to Learning Styles using the GeoGebra-supported STAD Learning Model. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 205–212. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v8i2.16430>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suryonegoro, B. M., Evanto, Y., & Ardiansyah, A. S. (2025). Studi literatur: Buku Ajar PjBL-STEAM Berbantuan MathCityMap dan GeoGebra Kebudayaan Jawa terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Matematika Unnes*, 131–142. <https://proceeding.unnes.ac.id/psnmmu/article/view/4258>
- Wahyuni, S., Sutriningsih, N., & Rahayu, S. (2023). Penerapan Media GeoGebra pada Pembelajaran Matematika. *Cartesian: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 112–118. <https://doi.org/10.33752/cartesian.v2i2.3508>
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R., Jr. (2022). *Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM topics*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2202.01415>