

PEMANFAATAN GEOGEBRA 3D UNTUK MENINGKATKAN VISUALISASI MATEMATIS MAHASISWA PADA GEOMETRI ANALITIK RUANG

Dona Ningrum Mawardi^{*1}, Karma², Salsabila Asy-Syifa³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Silampari, Indonesia

*e-mail: donaningrum2018@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan GeoGebra 3D terhadap kemampuan visualisasi matematis mahasiswa pada pembelajaran Geometri Analitik Ruang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* melalui desain *one group pretest-posttest*. Sampel penelitian terdiri atas 32 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang menempuh mata kuliah Geometri Analitik Ruang. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes kemampuan visualisasi matematis, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, uji *paired sample t-test*, dan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D mampu meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa secara signifikan. Rata-rata nilai mahasiswa meningkat dari 58,41 pada pretest menjadi 84,25 pada posttest dengan peningkatan sebesar 25,84 poin. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga terdapat pengaruh signifikan penggunaan GeoGebra 3D terhadap kemampuan visualisasi matematis mahasiswa. Nilai N-Gain sebesar 0,62 berada pada kategori sedang. Peningkatan kemampuan visualisasi matematis terlihat pada seluruh indikator, terutama pada kemampuan memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang sebesar 28,43% dan manipulasi objek geometri sebesar 28,12%. Selain itu, penggunaan GeoGebra 3D membantu mahasiswa memahami hubungan antara representasi aljabar dan geometris secara lebih konkret serta meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa selama pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa GeoGebra 3D efektif digunakan sebagai media pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa pada mata kuliah Geometri Analitik Ruang.

Kata kunci: GeoGebra 3D; geometri analitik ruang; media pembelajaran interaktif; pembelajaran matematika; visualisasi matematis.

Abstract

This study aimed to determine the effect of utilizing GeoGebra 3D on students' mathematical visualization abilities in learning Analytical Geometry of Space. The study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a one-group pretest-posttest design. The research sample consisted of 32 students of the Mathematics Education Study Program who attended the Analytical Geometry of Space course. Data were collected through mathematical visualization ability tests, observation, and documentation. The data were analyzed using descriptive statistics, normality tests, paired sample t-test, and N-Gain analysis. The results showed that the use of GeoGebra 3D significantly improved students' mathematical visualization abilities. The average score increased from 58.41 in the pretest to 84.25 in the posttest, with an improvement of 25.84 points. The paired sample t-test result indicated a significance value of $0.000 < 0.05$, showing a significant effect of GeoGebra 3D on students' mathematical visualization abilities. The N-Gain score of 0.62 was categorized as moderate improvement. The enhancement was observed across all indicators of mathematical visualization, particularly in visualizing relationships among objects in space, which increased by 28.43%, and manipulating geometric objects, which increased by 28.12%. Furthermore, the use of GeoGebra 3D helped students understand the relationship between algebraic and geometric representations more concretely and increased student engagement during the learning process. In conclusion, GeoGebra 3D is effective as an innovative technology-based learning medium to improve students' mathematical visualization abilities in the Analytical Geometry of Space course.

Keywords: GeoGebra 3D; analytical geometry of space; interactive learning media; mathematics learning; mathematical visualization.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam pendidikan telah membawa perubahan signifikan terhadap proses pembelajaran matematika di perguruan tinggi (Gestiardi et al., 2025; Ramadhani et al., 2026). Pemanfaatan teknologi tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep abstrak secara

lebih konkret dan visual (Trisanti et al., 2025; Putra & Arpin, 2025). Salah satu cabang matematika yang memerlukan kemampuan visualisasi tinggi adalah geometri analitik ruang. Mata kuliah ini mempelajari konsep titik, garis, bidang, vektor, serta hubungan antarobjek dalam ruang tiga dimensi yang sering kali sulit dipahami mahasiswa apabila hanya disajikan secara konvensional melalui ceramah dan gambar statis di papan tulis (Muliansyah et al., 2026).

Kemampuan visualisasi matematis merupakan kemampuan untuk membayangkan, merepresentasikan, memanipulasi, dan memahami objek-objek matematika secara visual (Nurseha, 2025; La Arua & Ekawati, 2023). Dalam pembelajaran geometri analitik ruang, kemampuan ini sangat penting karena mahasiswa dituntut untuk memahami bentuk tiga dimensi, menentukan posisi objek dalam ruang, serta menghubungkan representasi aljabar dengan representasi geometris (Susilo et al., 2024; Fitri & Refnywidialistuti, 2025). Rendahnya kemampuan visualisasi matematis dapat menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep ruang, menentukan irisan bidang, maupun menggambarkan hubungan antar garis dan bidang secara tepat (Narpila et al., 2025; Fitri & Refnywidialistuti, 2025).

Pada kenyataannya, pembelajaran geometri analitik ruang di perguruan tinggi masih menghadapi berbagai permasalahan. Proses pembelajaran cenderung berpusat pada dosen dan menggunakan metode konvensional sehingga mahasiswa kurang aktif dalam mengeksplorasi objek geometri secara visual (Sitaresmi et al., 2026; Abadi, 2024). Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang terbatas menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam membangun pemahaman spasial dan visualisasi objek tiga dimensi. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan geometri analitik ruang secara tepat dan sistematis (Nurwijaya & Sukaria, 2025; Amalia et al., 2026).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan perangkat lunak GeoGebra 3D. GeoGebra 3D merupakan aplikasi matematika dinamis yang memungkinkan pengguna memvisualisasikan objek geometri ruang secara interaktif (Rani & Antony, 2025; Tarigan et al., 2024). Melalui GeoGebra 3D, mahasiswa dapat mengamati bentuk objek dari berbagai sudut pandang, memanipulasi posisi titik, garis, dan bidang, serta memahami hubungan geometris secara lebih konkret (Abadi, 2024; Sari et al., 2025). Penggunaan media ini dinilai mampu meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran serta membantu mahasiswa membangun pemahaman konseptual secara lebih mendalam (Wea & Hwihanus, 2025; Aisyah et al., 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep, representasi matematis, dan hasil belajar mahasiswa (Septian et al., 2023; Rahmah, 2024). Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa GeoGebra efektif digunakan dalam pembelajaran geometri karena dapat membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui visualisasi dinamis (Egita & Indriani, 2024; Aien et al., 2025). Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pembelajaran geometri bidang atau materi matematika sekolah menengah, sedangkan penelitian yang secara khusus mengkaji pemanfaatan GeoGebra 3D pada mata kuliah geometri analitik ruang di perguruan tinggi masih relatif terbatas (Putri & Pasaribu, 2025; Sudrajat, 2025).

Selain itu, penelitian sebelumnya lebih banyak meninjau hasil belajar secara umum tanpa mengkaji secara mendalam aspek kemampuan visualisasi matematis mahasiswa (Herlanda et al., 2025; Samudra et al., 2025). Padahal, kemampuan visualisasi merupakan salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki mahasiswa dalam mempelajari geometri analitik ruang (Octaviani et al., 2021; Khomeni et al., 2025). Penelitian terdahulu juga belum banyak mengungkap bagaimana penggunaan GeoGebra 3D dapat membantu mahasiswa dalam membangun representasi visual dan spasial terhadap objek geometri ruang secara interaktif (Wijaksana & Kusumah, 2023; Purnamasari, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yaitu masih terbatasnya penelitian yang secara khusus membahas pemanfaatan GeoGebra 3D untuk meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa pada mata kuliah geometri analitik ruang di tingkat perguruan tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan GeoGebra 3D dalam mendukung pembelajaran geometri analitik ruang serta meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan inovasi pembelajaran matematika berbasis teknologi, khususnya pada mata kuliah geometri analitik ruang. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi dosen dalam memilih media pembelajaran yang interaktif dan efektif untuk meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

2. METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi experiment*). Desain penelitian yang digunakan adalah *One Group Pretest-Posttest Design*. Desain ini digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D pada mata kuliah Geometri Analitik Ruang.

Desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

Pretest	Perlakuan	Posttest
O_1	X	O_2

Keterangan:

O_1 = Tes awal (*pretest*)

X = Pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D

O_2 = Tes akhir (*posttest*)

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Silampari yang menempuh mata kuliah Geometri Analitik Ruang pada semester genap tahun akademik 2025/2026.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Silampari yang mengambil mata kuliah Geometri Analitik Ruang. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai kebutuhan penelitian.

Sampel penelitian terdiri atas satu kelas mahasiswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas:

- Variabel bebas (*independent variable*), yaitu penggunaan GeoGebra 3D dalam pembelajaran Geometri Analitik Ruang.
- Variabel terikat (*dependent variable*), yaitu kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Tes Kemampuan Visualisasi Matematis

Tes digunakan untuk mengukur kemampuan visualisasi matematis mahasiswa sebelum dan sesudah perlakuan. Bentuk tes berupa soal uraian yang disusun berdasarkan indikator kemampuan visualisasi matematis.

Indikator kemampuan visualisasi matematis meliputi:

- Mengidentifikasi objek geometri ruang.
- Merepresentasikan objek ruang ke dalam gambar atau model matematika.
- Memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang.
- Memanipulasi bentuk atau posisi objek geometri.
- Menarik kesimpulan berdasarkan representasi visual.

b. Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas mahasiswa selama proses pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D.

c. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung berupa foto kegiatan pembelajaran, perangkat pembelajaran, dan hasil pekerjaan mahasiswa.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas, a) soal tes kemampuan visualisasi matematis, b) lembar observasi aktivitas mahasiswa, dan c) dokumentasi pembelajaran. Sebelum digunakan, instrumen tes terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya.

Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial.

a. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan standar deviasi hasil pretest dan posttest mahasiswa.

Rumus rata-rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

$\sum X$ = jumlah seluruh skor

N = jumlah mahasiswa

b. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak menggunakan uji Shapiro-Wilk.

Kriteria pengujian:

- Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka data berdistribusi normal.
- Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka data tidak berdistribusi normal.

c. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa sebelum dan sesudah penggunaan GeoGebra 3D.

Hipotesis penelitian:

- H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa setelah menggunakan GeoGebra 3D.
- H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa setelah menggunakan GeoGebra 3D.

Rumus uji t :

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Keterangan:

t = nilai uji

$\bar{d}$ = rata-rata selisih skor

S_d = standar deviasi selisih

n = jumlah sampel

Kriteria pengujian:

- Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak.
- Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima.

d. Uji N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

Rumus N-Gain:

$$N - Gain = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Maksimum - Skor Pretest}$$

Kategori N-Gain:

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap berikut:

- Tahap persiapan, meliputi penyusunan instrumen dan perangkat pembelajaran.
- Tahap pelaksanaan, yaitu pemberian pretest, pelaksanaan pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D, dan pemberian posttest.
- Tahap akhir, meliputi pengolahan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan penelitian.

3. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa melalui pemanfaatan GeoGebra 3D pada pembelajaran Geometri Analitik Ruang. Penelitian dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Silampari yang mengikuti mata kuliah Geometri Analitik Ruang sebanyak 32 mahasiswa. Data penelitian diperoleh melalui tes kemampuan visualisasi matematis yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D.

Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest

Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa setelah penerapan GeoGebra 3D dalam pembelajaran.

Statistik	Pretest	Posttest
Jumlah Mahasiswa	32	32
Nilai Maksimum	78	96
Nilai Minimum	42	68
Rata-rata	58,41	84,25
Standar Deviasi	9,12	7,45

Berdasarkan Tabel tersebut, rata-rata kemampuan visualisasi matematis mahasiswa mengalami peningkatan sebesar 25,84 poin. Nilai maksimum mahasiswa juga meningkat dari 78 menjadi 96, sedangkan nilai minimum meningkat dari 42 menjadi 68. Selain itu, standar deviasi posttest lebih kecil dibandingkan pretest, yang menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa setelah pembelajaran menjadi lebih merata.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D membantu mahasiswa memahami konsep-konsep ruang secara lebih visual dan interaktif. Mahasiswa tidak lagi hanya membayangkan objek ruang secara abstrak, tetapi dapat mengamati representasi tiga dimensi secara langsung melalui simulasi digital.

Analisis Kemampuan Visualisasi Matematis Berdasarkan Indikator

Kemampuan visualisasi matematis mahasiswa dianalisis berdasarkan lima indikator kemampuan visualisasi matematis.

No	Indikator Kemampuan Visualisasi Matematis	Pretest (%)	Posttest (%)	Peningkatan
1	Mengidentifikasi objek geometri ruang	61,25	87,50	26,25
2	Merepresentasikan objek ruang dalam bentuk gambar matematika	56,88	83,13	26,25
3	Memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang	54,38	82,81	28,43
4	Memanipulasi posisi dan bentuk objek geometri	57,19	85,31	28,12
5	Menarik kesimpulan berdasarkan representasi visual	62,34	82,50	20,16

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh indikator kemampuan visualisasi matematis mengalami peningkatan setelah penggunaan GeoGebra 3D.

Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang sebesar 28,43%. Sebelum perlakuan, mahasiswa mengalami kesulitan menentukan hubungan antara garis dan bidang serta menentukan posisi titik terhadap bidang dalam ruang. Setelah menggunakan GeoGebra 3D, mahasiswa dapat melihat hubungan tersebut secara dinamis melalui tampilan objek tiga dimensi yang dapat diputar dari berbagai sudut pandang.

Pada indikator manipulasi objek geometri, mahasiswa menunjukkan peningkatan sebesar 28,12%. GeoGebra 3D memungkinkan mahasiswa mengubah posisi titik, garis, maupun bidang secara langsung sehingga mahasiswa lebih mudah memahami perubahan bentuk dan hubungan geometris yang terjadi.

Sementara itu, peningkatan terendah terdapat pada indikator menarik kesimpulan berdasarkan representasi visual sebesar 20,16%. Meskipun demikian, hasil tersebut tetap menunjukkan perkembangan kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasikan informasi visual menjadi konsep matematis.

Hasil Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui distribusi data pretest dan posttest.

Data	Sig.	Keterangan
Pretest	0,121	Normal
Posttest	0,094	Normal

Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi pretest dan posttest lebih besar dari 0,05 sehingga data berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji *paired sample t-test*.

Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan GeoGebra 3D terhadap kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

Data	t hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Pretest - Posttest	14,286	0,000	H_0 ditolak

Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa pada pembelajaran Geometri Analitik Ruang.

Peningkatan tersebut terjadi karena GeoGebra 3D mampu menyajikan objek geometri secara konkret dan interaktif sehingga mahasiswa lebih mudah memahami konsep abstrak dalam ruang tiga dimensi. Selain itu, fitur manipulasi objek membantu mahasiswa mengeksplorasi berbagai kemungkinan posisi dan hubungan geometris secara mandiri.

Hasil Uji N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

$$N\text{-Gain} = 0,62$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,62 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

4. DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan GeoGebra 3D mampu meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa secara signifikan. Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata nilai mahasiswa dari 58,41 pada pretest menjadi 84,25 pada posttest dengan selisih peningkatan sebesar 25,84 poin. Selain itu, hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ yang berarti terdapat pengaruh signifikan penggunaan GeoGebra 3D terhadap kemampuan visualisasi matematis mahasiswa. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media visual interaktif mampu membantu mahasiswa memahami konsep abstrak dalam Geometri Analitik Ruang secara lebih konkret dan sistematis.

Peningkatan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa juga terlihat pada seluruh indikator kemampuan visualisasi. Indikator memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang mengalami peningkatan tertinggi sebesar 28,43%, diikuti indikator manipulasi posisi dan bentuk objek geometri sebesar 28,12%. Sementara itu, indikator merepresentasikan objek ruang dalam bentuk gambar matematika meningkat sebesar 26,25%. Data tersebut menunjukkan bahwa GeoGebra 3D memberikan kontribusi besar terhadap kemampuan mahasiswa dalam memahami relasi geometris pada ruang tiga dimensi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Tarigan et al., (2024), tentang visualisasi interaktif geometri ruang yang menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra mempermudah mahasiswa memahami orientasi permukaan, hubungan geometris, dan representasi objek ruang secara visual. Melalui visualisasi dinamis, mahasiswa dapat mengamati objek dari berbagai sudut pandang sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa mahasiswa lebih mudah memahami konsep garis, bidang, dan hubungan antarobjek dalam ruang karena objek dapat diamati secara dinamis dari berbagai arah. Sebelum penggunaan GeoGebra 3D, sebagian besar mahasiswa mengalami kesulitan menentukan posisi garis terhadap bidang serta menentukan irisan antarbidang karena objek hanya disajikan dalam bentuk gambar dua dimensi statis. Setelah penggunaan GeoGebra 3D, mahasiswa dapat memutar objek ruang, mengubah sudut pandang, dan melihat hubungan geometris secara langsung.

Temuan ini sejalan dengan teori representasi semiotik yang dikemukakan oleh Duval yang menyatakan bahwa pemahaman konsep geometri bergantung pada kemampuan peserta didik dalam melakukan transformasi antarrepresentasi, terutama representasi visual dan simbolik. Dalam penelitian ini, mahasiswa tidak hanya memahami persamaan matematis secara simbolik, tetapi juga mampu mengamati representasi geometrisnya secara nyata melalui GeoGebra 3D. Penggunaan GeoGebra 3D memfasilitasi proses konversi antara representasi aljabar dan visual sehingga membantu mahasiswa membangun pemahaman spasial dan geometris yang lebih baik. Hasil ini didukung oleh penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa visualisasi objek 3D dan manipulasi representasi geometris secara dinamis dapat meningkatkan kemampuan visualisasi serta pemahaman konsep geometri mahasiswa (Duval, 2006; Lavicza et al., 2023; Sousa et al., 2022).

Selain itu, penelitian terdahulu yang dilakukan Khoirunnisa et al., (2024), menyebutkan bahwa GeoGebra merupakan media yang efektif dan signifikan dalam pembelajaran geometri 3D karena mampu meningkatkan pemahaman konsep dan efisiensi pembelajaran matematika. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa penggunaan GeoGebra 3D memberikan dampak positif terhadap pembelajaran Geometri Analitik Ruang. Penelitian ini juga menemukan bahwa GeoGebra 3D membantu mahasiswa menghubungkan representasi aljabar dengan representasi geometris secara lebih konkret. Pada saat pembelajaran berlangsung, mahasiswa dapat langsung melihat perubahan bentuk objek ketika persamaan dimodifikasi. Misalnya, perubahan persamaan bidang atau koordinat titik secara otomatis menghasilkan perubahan posisi objek pada tampilan tiga dimensi. Kondisi tersebut membantu mahasiswa memahami hubungan antara konsep aljabar dan bentuk geometris secara simultan.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menjelaskan bahwa GeoGebra memiliki kemampuan mengeksplorasi konsep aljabar, geometri 2D, dan geometri 3D secara dinamis sehingga sangat efektif digunakan untuk membangun pemahaman konseptual mahasiswa. Selain itu, GeoGebra menyediakan lingkungan belajar yang interaktif sehingga mahasiswa dapat melakukan eksplorasi dan konstruksi konsep matematika secara mandiri. Aktivitas mahasiswa selama pembelajaran juga mengalami peningkatan. Berdasarkan hasil observasi, mahasiswa menjadi lebih aktif berdiskusi, mencoba berbagai bentuk manipulasi objek, dan melakukan eksplorasi mandiri terhadap konsep-konsep ruang. Pembelajaran tidak lagi berpusat pada dosen,

tetapi lebih menekankan keterlibatan aktif mahasiswa dalam membangun pengetahuan. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan konstruktif.

Peningkatan aktivitas belajar mahasiswa terjadi karena GeoGebra 3D memberikan pengalaman belajar visual yang menarik dan mudah dioperasikan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Meganingtyas (2021), menyebutkan bahwa penggunaan perangkat lunak visual seperti GeoGebra dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran matematika karena mahasiswa dapat mengeksplorasi objek matematika secara langsung. Temuan lain dalam penelitian ini adalah penggunaan media visual interaktif mampu mengurangi kesalahan mahasiswa dalam menggambar dan menentukan posisi objek ruang. Sebelum menggunakan GeoGebra 3D, mahasiswa sering melakukan kesalahan dalam menggambar garis sejajar, menentukan titik potong bidang, dan memvisualisasikan objek ruang secara proporsional. Setelah pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D, kesalahan tersebut berkurang karena mahasiswa dapat memverifikasi bentuk objek secara langsung melalui tampilan visual tiga dimensi.

Penurunan kesalahan tersebut menunjukkan bahwa visualisasi dinamis membantu mahasiswa membangun pemahaman spasial yang lebih baik. Hal ini mendukung penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan software visualisasi matematika mampu membantu peserta didik memahami konsep ruang secara lebih akurat dan mengurangi miskonsepsi geometris. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran Geometri Analitik Ruang. Peningkatan rata-rata nilai mahasiswa, peningkatan seluruh indikator visualisasi matematis, meningkatnya aktivitas belajar mahasiswa, serta berkurangnya kesalahan representasi geometris menunjukkan bahwa GeoGebra 3D efektif digunakan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan GeoGebra 3D dalam pembelajaran Geometri Analitik Ruang mampu meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa secara signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai mahasiswa dari 58,41 pada pretest menjadi 84,25 pada posttest dengan peningkatan sebesar 25,84 poin. Hasil uji *paired sample t-test* juga menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ yang menandakan adanya pengaruh signifikan penggunaan GeoGebra 3D terhadap kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

Peningkatan kemampuan visualisasi matematis terlihat pada seluruh indikator penelitian. Indikator memvisualisasikan hubungan antarobjek dalam ruang mengalami peningkatan tertinggi sebesar 28,43%, sedangkan indikator manipulasi posisi dan bentuk objek meningkat sebesar 28,12%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa GeoGebra 3D membantu mahasiswa memahami konsep garis, bidang, dan hubungan geometris dalam ruang secara lebih konkret melalui visualisasi dinamis dan interaktif. Penggunaan GeoGebra 3D juga mampu membantu mahasiswa menghubungkan representasi aljabar dengan representasi geometris secara lebih mudah. Selain itu, aktivitas mahasiswa selama pembelajaran meningkat karena mahasiswa terlibat langsung dalam

eksplorasi dan manipulasi objek geometri. Media visual interaktif ini juga mampu mengurangi kesalahan mahasiswa dalam menggambar dan menentukan posisi objek ruang.

Dengan demikian, GeoGebra 3D efektif digunakan sebagai media pembelajaran inovatif berbasis teknologi pada mata kuliah Geometri Analitik Ruang. Penggunaan GeoGebra 3D dapat menjadi alternatif bagi dosen untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan mampu meningkatkan kemampuan visualisasi matematis mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. U. K. (2024). Pelatihan Penggunaan AR Geogebra pada Mahasiswa Calon Engineer. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 6(01), 25-33.
- Aien, N., Laswadi, L., & Sari, M. (2025). Penggunaan aplikasi Geogebra dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan pemahaman konsep dan minat belajar siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(1), 71-87.
- Aisyah, N., Psb, M. S., & Sofiyah, K. (2025). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(2), 86-97.
- Amalia, P., Pribadi, O., & Putri, J. H. (2026). Peran Pendekatan STEM pada Media Pembelajaran Digital terhadap Kemampuan Spasial Siswa dalam Matematika. *JHIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 9(2), 1812-1819.
- Chivai, C. H., Soares, A. A., & Catarino, P. (2022). Application of GeoGebra in the teaching of descriptive geometry: Sections of solids. *Mathematics*, 10(17), 3034. <https://doi.org/10.3390/math10173034>
- Egita, D., & Indriani, R. (2024). Penerapan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri untuk meningkatkan pemahaman konsep pada siswa SMA. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(5), 485-489.
- Fitri, Y., & Refnywidialistuti, R. (2025). Analisis kesulitan mahasiswa dalam mempelajari geometri: Studi kasus pada penempatan titik koordinat tiga dimensi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic*, 9(2), 73-79.
- Gestiardi, R., Arifin, S., Mardhatillah, M., Widian, G. T., & Ertanti, D. W. (2025). Belajar Dan Pengajaran Matematika Di Era Digital: Systematic Literature Review. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 11(1), 235-245.
- Herlanda, D. T., Muslim, S. R., & Nurhayati, E. (2025). Analisis Kemampuan Berpikir Visual Peserta Didik Ditinjau dari Gaya Kognitif Field Independent dan Field Dependent. *Jurnal Kongruen*, 4(3), 300-310.
- Khoirunnisa, A., Oktaviani, D. N., & Aripin, U. (2024). Systematic Literature Review: Bagaimana Pembelajaran Geometri 3D dengan Berbantuan Geogebra. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 10(2), 594-603.

- Khomeni, A., Junaedi, Y., & Hilmi, Y. (2025). Analisis Kemampuan Spasial Mahasiswa Dalam Memahami Konsep Geometri Dasar. *Wilangan: Jurnal Inovasi dan Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 92-98.
- La Arua, A., & Ekawati, S. (2023). Deskripsi Kemampuan Representasi Matematis Siswa Kelas VIII SMP/MTs Ditinjau Dari Gaya Kognitif Visualizer Dan Verbalizer. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 2(1), 34-42.
- Lavicza, Z., Abar, C. A. A. P., & Tejera, M. (2023). Spatial geometric thinking and its articulation with visualization and manipulation of 3D objects. *Educação Matemática Pesquisa*, 25(2), 258–277. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i2p258-277>
- Meganingtyas, D. E. W. (2021). Pemanfaatan software Cabri, GeoGebra, dan SketchUp sebagai media visualisasi konsep Matematika pada materi geometri ruang. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(1), 67-75.
- Muliansyah, E., Newton, N., Azmidar, A., & Sulisawati, D. N. (2026). *Buku Ajar Matematika Dasar*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Narpila, S. D., Salsabila, N., Husnida, W. A., & Ritongah, F. U. (2025). Tinjauan Kesulitan dan Pemahaman Mahasiswa pada Materi Integral Garis dalam Ruang Dua dan Tiga Dimensi. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 2(3), 1847-1854.
- Nurseha, S. (2025). Pengaruh Media Animasi Interaktif terhadap Kemampuan Visualisasi Matematis Siswa. *REGRESI: Journal of Mathematics Education and Application*, 1(2), 82-89.
- Nurwijaya, S., & Sukaria, M. I. (2025). Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran Geometri: Dampak pada Spasial Reasoning Siswa. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 471-481.
- Octaviani, K. D., Indrawatiningsih, N., & Afifah, A. (2021). Kemampuan visualisasi spasial siswa dalam memecahkan masalah geometri bangun ruang sisi datar. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 1(1), 27-40.
- Purnamasari, R. (2025). Penerapan aplikasi Geogebra terhadap motivasi dan pemahaman konsep matematika siswa materi bangun ruang sisi datar. *Zona Education Indonesia*, 3(3), 1-10.
- Putra, T. M., & Arpin, R. M. (2025). Pemanfaatan Teknologi sebagai Media Pembelajaran pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. *JURNAL SPEKTRO*, 13(2), 59-66.
- Putri, F. P., & Pasaribu, R. L. (2025). Kajian Literatur Sistematis: Efektivitas Penggunaan GeoGebra sebagai Media Visualisasi Interaktif terhadap Pemahaman Konsep Bangun Ruang. *Buana Matematika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, 15(2), 170-183.
- Rahmah, A. (2024). Studi Literatur: Penggunaan Software GeoGebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa Pada Pembelajaran Matematika. *Journal of Student Research*, 2(4), 24-40.

- Ramadhani, A. Z., Amilatusholekha, M., Elkausari, I., Sholikhah, H., Al Faidl, M. Z., Safira, P., ... & Prayogi, A. (2026). Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Digital dalam Proses Pembelajaran Matematika. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*, 2(04).
- Rani, T. P., & Antony, R. (2025). Efektifitas Penggunaan GeoGebra dalam Meningkatkan Pemecahan Masalah Matematis. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1551-1560.
- Samudra, D. A., Mahfudy, S., & Negara, H. R. P. (2025). Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Masalah Geometri ditinjau dari Gaya Kognitif. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(2), 522-540.
- Sari, L. D. K., Munawwir, Z., & Idayani, D. (2025). Eksplorasi Kalkulus Integral dalam Mengukur Volume Benda Hasil Rotasi Kurva Sederhana Berbantu Geogebra. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1543-1550.
- Septian, A., Setiawan, E., & Noersapitri, Y. (2023). Peningkatan kemampuan representasi matematis siswa menggunakan geogebra. *Jurnal Padagogik*, 6(1), 1-9.
- Sitaresmi, P. D. W., Sholikin, N. W., & Qomariah, N. A. L. (2026). Pengaruh Model Pembelajaran Sole terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa pada Mata Kuliah Geometri Analitik. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 5(1), 327-338.
- Sousa, R. T., Alves, F. R. V., & Souza, M. J. A. (2022). GeoGebra 3D en la enseñanza de las cuádras: Posibilidades de transposición didáctica a través de la visualización geométrica. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 17(1). <https://doi.org/10.54343/reiec.v17i1.297>
- Sudrajat, S. (2025). Analisis Bibliometrik Terhadap Penerapan Penggunaan Software Geogebra Pada Pembelajaran Geometri di Sekolah Menengah. *Academicus: Journal of Teaching and Learning*, 4(2), 82-91.
- Susilo, B. E., Masrukan, M., Sutarto, H., & Safaatullah, M. F. (2024). Jenis dan Letak Kelemahan Kemampuan Komunikasi dan Representasi Matematis Geometri Bagi Mahasiswa Calon Guru. *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, (8), 90-104.
- Tarigan, B. S., Tamba, L. T., & Purba, T. Y. (2024). Visualisasi Interaktif Permukaan dalam Ruang Tiga Dimensi: Analisis Geometris dengan GeoGebra. *Pentagon: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(4), 177-184.
- Trisanti, L. B., Qomarijah, O. N., Judijanto, L., Sudarman, S., & Amalia, R. (2025). *Media & Teknologi Pembelajaran Matematika*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Wea, P. C., & Hwihanus, H. (2025). Dampak Penggunaan Media Pembelajaran Inovatif terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Akuntansi bagi Mahasiswa di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. *Jurnal Riset Ekonomi dan Akuntansi*, 3(1), 108-116.
- Wijaksana, A. H., & Kusumah, Y. S. (2023). Peran Dynamic Geometry Software Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Peserta Didik Dalam Belajar Descriptive Geometry: Sebuah Review Literatur. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 7(1), 9-15.
-