

EKSPLORASI PENGALAMAN BELAJAR SISWA DALAM PEMBELAJARAN BANGUN RUANG BERBANTUAN PERANGKAT LUNAK GEOGEBRA 3D

Febi Tasya Ramadhanti^{1*}, Nauval Gymnasti²

¹Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman, Samarinda

²Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
Email: febitasya@fkip.unmul.ac.id

Diterima (16 Maret 2026); Revisi (24 April 2026); Diterbitkan (23 Mei 2026)

Abstrak

Pembelajaran bangun ruang menuntut kemampuan visualisasi yang baik, sementara penyajian melalui gambar pada buku belum sepenuhnya membantu siswa memahami bentuk dan unsur bangun ruang secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi pengalaman belajar siswa dalam pembelajaran bangun ruang berbantuan perangkat lunak GeoGebra 3D. Delapan belas siswa kelas IX di salah satu SMP di Kota Samarinda dilibatkan dalam kegiatan eksplorasi dan konstruksi bangun ruang menggunakan GeoGebra 3D. Data penelitian diperoleh dari tanggapan siswa mengenai pengalaman mereka selama proses pembelajaran dan dianalisis secara kualitatif melalui tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D memberikan pengalaman belajar positif bagi sebagian besar siswa. Visualisasi tiga dimensi membantu siswa melihat bentuk bangun ruang dengan lebih jelas sehingga mempermudah pemahaman terhadap struktur dan unsurnya. Melalui kegiatan eksplorasi, siswa dapat mengamati hubungan antarbangun ruang seperti kubus, balok, dan prisma serta menemukan keberagaman bentuk prisma yang sebelumnya tidak disadari ketika hanya melihat ilustrasi pada buku. Selain itu, fitur manipulasi objek memungkinkan siswa mengeksplorasi jaring-jaring bangun ruang dan membangun model secara lebih presisi dibandingkan menggambar pada kertas. Temuan ini menunjukkan bahwa GeoGebra 3D dapat mendukung pembelajaran geometri yang lebih eksploratif dan bermakna serta berpotensi memperluas pengalaman belajar siswa dalam memahami konsep bangun ruang.

Kata kunci: bangun ruang, GeoGebra 3D, pengalaman belajar siswa.

Abstract

Learning solid geometry requires strong visualization skills, while textbook illustrations often fail to help students fully understand the forms and elements of solid geometry. This study explores students' learning experiences in solid geometry using GeoGebra 3D. Eighteen ninth-grade students at a junior high school in Samarinda participated in activities exploring and constructing solid geometry using GeoGebra 3D. Data were collected from students' responses regarding their experiences during the learning process and analyzed qualitatively through data reduction, data display, and conclusion drawing. The results indicate that using GeoGebra 3D provided positive learning experiences for most students. Three-dimensional visualization helped students observe shapes more clearly and facilitated their understanding of the structures and elements. Through exploratory activities, students observed relationships among solids such as cubes, rectangular prisms, and prisms, and discovered various prism forms that had not been recognized when viewing textbook illustrations alone. In addition, the object manipulation feature enabled students to explore nets of solids and construct models more precisely than by drawing on paper. These findings suggest that GeoGebra 3D supports more exploratory and meaningful geometry learning and enriches students' understanding of solid geometry concepts.

Keywords: GeoGebra 3D, solid geometry, students' learning experiences.

PENDAHULUAN

Pembelajaran geometri merupakan salah satu bagian penting dalam pembelajaran matematika karena berperan dalam mengembangkan kemampuan visualisasi, penalaran spasial, serta pemahaman hubungan antar objek matematika (Octaria et al., 2025). Dalam pembelajaran geometri, kemampuan untuk memvisualisasikan objek matematika secara spasial menjadi aspek penting yang membantu siswa memahami bentuk, struktur, serta hubungan antar unsur dalam objek geometri. Penelitian dalam pendidikan matematika menunjukkan bahwa kemampuan visualisasi spasial memiliki peran yang signifikan dalam mendukung pemahaman konsep geometri serta pemecahan masalah matematika (Govender & Amevor, 2025; Octaria et al., 2025). Oleh karena itu, pengembangan kemampuan visualisasi spasial menjadi salah satu tujuan penting dalam pembelajaran geometri di sekolah.

Pada materi bangun ruang, siswa tidak hanya dituntut memahami definisi dan sifat-sifat bangun, tetapi juga mampu membayangkan bentuk tiga dimensi beserta unsur-unsurnya secara spasial. Namun dalam praktik pembelajaran di sekolah, konsep bangun ruang sering disajikan melalui representasi dua dimensi pada buku teks atau papan tulis sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan objek geometri secara utuh. Keterbatasan representasi visual tersebut dapat memengaruhi pemahaman konseptual siswa terhadap struktur serta hubungan antar unsur bangun ruang. Kondisi ini menunjukkan pentingnya penggunaan media pembelajaran yang mampu membantu siswa memvisualisasikan objek geometri secara lebih jelas dan dinamis.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, berbagai perangkat lunak matematika dinamis mulai dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran geometri. Teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi konsep secara lebih interaktif melalui visualisasi dan manipulasi objek matematika (Lavicza et al., 2023). Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam pembelajaran matematika adalah GeoGebra, yaitu perangkat lunak matematika dinamis yang memungkinkan pengguna memvisualisasikan objek matematika secara interaktif serta melakukan eksplorasi konsep melalui manipulasi objek digital. Lingkungan belajar yang disediakan oleh GeoGebra memungkinkan siswa untuk memodelkan, memvisualisasikan, serta mengeksplorasi konsep matematika secara dinamis sehingga dapat mendukung pemahaman konseptual yang lebih mendalam (Žakelj & Klančar, 2022)

Dalam konteks pembelajaran geometri ruang, GeoGebra menyediakan fitur visualisasi tiga dimensi yang memungkinkan siswa mengamati, memutar, serta memanipulasi objek bangun ruang secara interaktif. Fitur ini memungkinkan siswa memahami hubungan antar unsur bangun ruang secara lebih jelas dibandingkan dengan representasi statis pada buku pelajaran. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Lavicza et al., 2023; Ramadhanti & Juandi, 2022). Selain itu, penggunaan GeoGebra juga dilaporkan mampu

meningkatkan kemampuan visualisasi matematis serta membantu siswa memahami konsep geometri melalui proses eksplorasi objek secara dinamis (Chivai et al., 2022). Penelitian lain juga menegaskan bahwa teknologi visual dinamis seperti GeoGebra mampu meningkatkan keterlibatan siswa, memperkuat pemahaman konsep geometri, serta membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir spasial melalui interaksi langsung dengan objek matematika (Sebsibe & Abdella, 2025; Sieng & Thai, 2024). Proses manipulasi, rotasi, serta eksplorasi terhadap objek tiga dimensi memungkinkan siswa membangun pemahaman geometri secara lebih mendalam dibandingkan pembelajaran yang hanya menyajikan representasi statis.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan matematis siswa, sebagian besar penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada peningkatan hasil belajar atau kemampuan kognitif tertentu, seperti kemampuan visual spasial, pemahaman konsep, maupun kemampuan penalaran matematis. Kajian yang secara khusus menelaah bagaimana siswa mengalami proses pembelajaran ketika berinteraksi dengan media GeoGebra, terutama pada pembelajaran bangun ruang tiga dimensi, masih relatif terbatas. Padahal, pemahaman terhadap pengalaman belajar siswa penting untuk memperoleh gambaran bagaimana teknologi pembelajaran dimaknai oleh siswa serta bagaimana proses eksplorasi tersebut membantu mereka memahami konsep geometri (Hlongwana et al., 2025).

Dalam penelitian ini, pengalaman belajar merujuk pada proses yang dialami siswa selama berinteraksi dengan lingkungan pembelajaran, termasuk bagaimana siswa memahami, merespon, serta memaknai aktivitas belajar yang dilakukan. Pengalaman belajar tidak hanya berkaitan dengan hasil akhir, tetapi juga keterlibatan siswa dalam proses eksplorasi, interaksi dengan media pembelajaran, serta konstruksi pengetahuan selama pembelajaran berlangsung. Menurut (Kolb, 2015), pengalaman belajar merupakan proses pembentukan pengetahuan melalui transformasi pengalaman yang melibatkan tahapan mengalami, merefleksikan, memahami, dan menerapkan. Sejalan dengan itu, Illeris (2018) menekankan bahwa pengalaman belajar mencakup interaksi antara aspek kognitif, emosional, dan lingkungan dalam membentuk pemahaman individu. Dalam konteks pembelajaran berbantuan teknologi, pengalaman belajar juga berkaitan dengan interaksi siswa dengan media digital melalui aktivitas eksplorasi, visualisasi, dan manipulasi objek secara langsung (Liang et al., 2024). Dengan demikian, dalam penelitian ini pengalaman belajar dipahami sebagai proses keterlibatan siswa dalam mengeksplorasi, memvisualisasikan, dan membangun pemahaman konsep bangun ruang melalui penggunaan GeoGebra 3D.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengalaman belajar siswa selama mengikuti pembelajaran bangun ruang menggunakan perangkat lunak GeoGebra 3D. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus kajian yang tidak hanya menilai efektivitas penggunaan teknologi pembelajaran, tetapi secara khusus mengeksplorasi pengalaman belajar siswa dalam proses eksplorasi konsep geometri ruang menggunakan GeoGebra 3D. Dengan

demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya kajian mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran geometri yang lebih eksploratif, interaktif, dan berpusat pada pengalaman belajar siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan menggunakan metode deskriptif melalui pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk mengeksplorasi pengalaman belajar siswa dalam pembelajaran bangun ruang berbantuan perangkat lunak GeoGebra 3D. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pemahaman terhadap pengalaman dan persepsi siswa selama proses pembelajaran berlangsung, sehingga memungkinkan peneliti memperoleh data yang mendalam dan kontekstual (Creswell & Creswell, 2018). Metode deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan fenomena secara sistematis berdasarkan pengalaman subjek tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel penelitian (Hall & Liebenberg, 2024).

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 pada siswa kelas IX di salah satu sekolah menengah pertama di Kota Samarinda, dengan melibatkan sebanyak 18 siswa sebagai partisipan. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan partisipan berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Campbell et al., 2020). Teknik ini digunakan karena peneliti memilih siswa yang telah mengikuti pembelajaran bangun ruang serta terlibat langsung dalam penggunaan GeoGebra 3D, sehingga mampu memberikan informasi yang sesuai dengan fokus penelitian. Jumlah partisipan dalam penelitian kualitatif tidak ditentukan secara statistik, melainkan berdasarkan kecukupan informasi (*data saturation*) yang diperoleh selama proses pengumpulan data (Creswell & Creswell, 2018).

Kegiatan pembelajaran dirancang dalam bentuk eksplorasi menggunakan perangkat lunak GeoGebra 3D, di mana siswa berinteraksi langsung dengan objek bangun ruang tiga dimensi melalui aktivitas mengamati, memanipulasi, dan membangun berbagai bentuk bangun ruang secara digital. Melalui aktivitas tersebut siswa diberi kesempatan untuk mengeksplorasi bentuk, struktur, serta hubungan antarbangun ruang secara lebih interaktif dibandingkan dengan representasi statis pada buku pelajaran.

Data penelitian diperoleh dari tanggapan siswa yang dikumpulkan melalui lembar refleksi pembelajaran yang diisi secara tertulis setelah kegiatan pembelajaran berlangsung. Lembar refleksi tersebut berisi pertanyaan terbuka yang dirancang untuk menggali pengalaman belajar siswa secara mendalam, meliputi pemahaman konsep, proses eksplorasi, serta interaksi siswa selama menggunakan GeoGebra 3D. Melalui pertanyaan terbuka tersebut, siswa diberikan kesempatan untuk mengungkapkan pengalaman, pendapat, serta kesan mereka secara bebas sehingga data yang diperoleh bersifat deskriptif dan kaya informasi. Daftar pertanyaan refleksi serta aspek yang digali disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertanyaan Refleksi dan Aspek yang Digali

No	Pertanyaan Refleksi (Representatif)	Aspek yang Digali
1	Bagaimana pengalaman Anda setelah belajar bangun ruang menggunakan GeoGebra 3D?	Pengalaman belajar siswa secara umum
2	Apakah penggunaan GeoGebra 3D membantu Anda memahami bangun ruang? Jelaskan.	Kejelasan visualisasi bangun ruang
3	Apa saja yang Anda lakukan saat menggunakan GeoGebra 3D?	Aktivitas eksplorasi dan keterlibatan siswa
4	Bagaimana pendapat Anda tentang membuat bangun ruang menggunakan GeoGebra dibandingkan dengan menggambar di kertas?	Kemudahan dan presisi dalam konstruksi bangun ruang
5	Apakah Anda menemukan hubungan antarbangun ruang (misalnya kubus, balok, prisma)? Jelaskan.	Hubungan antar konsep bangun ruang
6	Bagaimana pengalaman Anda dalam memahami jaring-jaring bangun ruang melalui GeoGebra 3D?	Pemahaman jaring-jaring bangun ruang
7	Apa hal baru yang Anda pahami setelah kegiatan ini?	Pemahaman konseptual baru

Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola dan makna dari pengalaman belajar siswa. Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis kualitatif yang mencakup tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Tahapan tersebut merujuk pada model analisis data kualitatif yang dikembangkan oleh (Miles et al., 2019), yang menekankan proses pengorganisasian data secara sistematis untuk menemukan pola dan makna dari data penelitian. Proses analisis dilakukan dengan menelaah tanggapan siswa secara berulang untuk mengidentifikasi tema-tema yang muncul dari pengalaman belajar mereka selama mengikuti pembelajaran bangun ruang berbantuan GeoGebra 3D.

Keabsahan data dalam penelitian ini mengacu pada kriteria *trustworthiness* pada penelitian kualitatif yang meliputi *credibility* dan *dependability*. *Credibility* dijaga melalui analisis data secara cermat dan berulang terhadap tanggapan siswa untuk memastikan konsistensi temuan, serta dengan mendasarkan interpretasi pada data autentik yang diperoleh dari refleksi siswa. *Dependability* dicapai melalui dokumentasi proses penelitian secara sistematis, mulai dari pengumpulan hingga analisis data, sehingga proses penelitian dapat ditelusuri dan dipertanggungjawabkan (Creswell & Creswell, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini mengeksplorasi pengalaman belajar siswa dalam pembelajaran bangun ruang berbantuan perangkat lunak GeoGebra 3D. Hasil temuan penelitian mengungkap bahwa pembelajaran bangun ruang berbantuan perangkat lunak GeoGebra 3D memberikan pengalaman belajar yang positif serta membantu siswa memahami konsep geometri ruang secara lebih mendalam. Secara umum, sebagian besar siswa menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra 3D mempermudah mereka dalam memahami bentuk dan struktur bangun ruang dibandingkan dengan hanya melihat ilustrasi pada buku. Salah satu siswa yaitu S7 menyatakan:

“Kalau hanya melihat gambar di buku kadang sulit membayangkan bentuk ruangnya, tetapi di

GeoGebra bangun ruangnya bisa diputar sehingga lebih mudah dipahami.”

Siswa lain yaitu S12 juga menyampaikan pengalaman serupa:

“Dengan GeoGebra saya bisa melihat bangun ruang dari berbagai sisi sehingga lebih jelas memahami bentuknya.”

Respon siswa menunjukkan beberapa kecenderungan utama yang menggambarkan bagaimana siswa memaknai pengalaman belajar tersebut. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai sebaran respon siswa terhadap keempat temuan tersebut, dilakukan kategorisasi terhadap tanggapan siswa berdasarkan tema-tema yang muncul dari data refleksi pembelajaran. Kategorisasi ini bertujuan untuk menunjukkan distribusi respon siswa pada setiap aspek pengalaman belajar yang diidentifikasi selama penggunaan GeoGebra 3D. Perlu dicatat bahwa satu responden dapat memberikan tanggapan yang mencerminkan lebih dari satu kategori, sehingga jumlah respon pada setiap kategori tidak bersifat saling eksklusif. Hasil kategorisasi respon siswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sebaran Respon Siswa Berdasarkan Kategori Pengalaman Belajar

No	Kategori Temuan	Jumlah Siswa	Responden
1	Visualisasi bangun ruang yang lebih jelas	14 siswa	S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S13, S16, S17, S18
2	Eksplorasi aktif dalam membangun bangun ruang	9 siswa	S1, S2, S4, S5, S10, S11, S12, S16, S17
3	Kemudahan dan presisi dalam konstruksi bangun ruang	6 siswa	S2, S5, S10, S11, S15, S18
4	Munculnya pemahaman konseptual baru tentang bangun ruang	8 siswa	S3, S4, S6, S8, S10, S11, S13, S14

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa sebagian besar siswa menunjukkan respon positif terhadap kejelasan visualisasi bangun ruang melalui GeoGebra 3D. Selain itu, sebagian siswa juga menunjukkan keterlibatan aktif dalam aktivitas eksplorasi dan konstruksi, serta merasakan kemudahan dalam membangun bangun ruang secara lebih presisi. Temuan lain menunjukkan adanya pemahaman konseptual baru terkait hubungan antarbangun ruang. Secara umum, hasil ini menguatkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D memberikan pengalaman belajar yang mencakup visualisasi bangun ruang yang lebih jelas, mendorong keterlibatan siswa dalam aktivitas eksplorasi dan konstruksi, mempermudah proses pembangunan bangun ruang secara lebih presisi, serta mendukung munculnya pemahaman konseptual baru tentang hubungan antarbangun ruang.

Visualisasi bangun ruang yang lebih jelas

Temuan yang paling dominan berkaitan dengan peran visualisasi tiga dimensi dalam membantu siswa memahami bentuk bangun ruang. Sebagian besar siswa menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra 3D membuat bentuk bangun ruang menjadi lebih jelas dibandingkan dengan representasi dua dimensi pada buku. Melalui tampilan tiga dimensi tersebut, siswa dapat mengamati objek geometri dari berbagai sudut pandang sehingga struktur bangun ruang dapat dipahami secara

lebih utuh. Beberapa siswa juga mengungkapkan bahwa mereka dapat melihat detail bangun ruang dengan lebih jelas, termasuk hubungan antara sisi, rusuk, dan titik sudut. Salah satu siswa yaitu S3 menyatakan:

“Ketika bangun ruangnya diputar, saya bisa melihat sisi dan rusuknya dengan lebih jelas dibandingkan gambar di buku.”

Kemampuan visualisasi ini menunjukkan bahwa teknologi geometri dinamis memiliki peran penting dalam membantu siswa membangun representasi spasial terhadap objek matematika. Dalam pembelajaran geometri, banyak konsep yang bersifat abstrak sehingga memerlukan representasi visual untuk membantu siswa memahami struktur objek secara lebih konkret. GeoGebra menyediakan lingkungan visual yang dinamis sehingga siswa dapat mengamati perubahan bentuk objek secara langsung melalui manipulasi visual.

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan visualisasi dan pemahaman konsep geometri siswa. Penelitian oleh (Zhang et al., 2025; Ziatdinov & Valles, 2022) menunjukkan bahwa GeoGebra menyediakan lingkungan visual interaktif yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep matematika secara dinamis. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa visualisasi yang dihasilkan oleh perangkat lunak geometri dinamis dapat membantu siswa memahami hubungan antarunsur geometri secara lebih jelas karena objek dapat diamati dari berbagai sudut pandang (Dahal et al., 2022). Selain itu, (Chivai et al., 2022) menegaskan bahwa GeoGebra dan Cabri 3D merupakan perangkat lunak dinamis yang mampu memvisualisasikan konsep matematika secara interaktif sehingga dapat membantu siswa memahami konsep geometri yang kompleks.

Hasil ini juga didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak matematika berbasis visual seperti GeoGebra dan Cabri 3D memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep geometri siswa (Ramadhanti & Juandi, 2022). Dengan demikian, visualisasi tiga dimensi yang disediakan oleh GeoGebra 3D dapat membantu siswa membangun representasi spasial terhadap bangun ruang secara lebih jelas dan komprehensif.

Eksplorasi aktif dalam membangun bangun ruang

Selain memberikan visualisasi yang lebih jelas, penggunaan GeoGebra 3D juga mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi dan konstruksi bangun ruang. Banyak siswa menyatakan bahwa kegiatan membuat bangun ruang secara langsung melalui GeoGebra membantu mereka memahami materi dengan lebih baik karena mereka dapat belajar sekaligus mempraktikkan pembuatan objek geometri. Dalam proses ini siswa tidak hanya mengamati objek geometri, tetapi juga terlibat dalam proses konstruksi melalui penentuan titik, pembuatan garis, dan pembentukan sisi-sisi bangun ruang. Sebagaimana diungkap oleh S5 sebagai berikut:

“Saat membuat bangun ruang di GeoGebra saya jadi lebih paham karena bisa mencoba sendiri

membuat titik dan garisnya sampai terbentuk bangun ruang.”

Pendapat senada disampaikan oleh S14:

“Belajar dengan GeoGebra lebih menarik karena kami bisa langsung mencoba membuat bangun ruang sendiri.”

Keterlibatan siswa dalam aktivitas eksplorasi ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif dan berpusat pada siswa. Melalui eksplorasi tersebut siswa dapat membangun pengetahuan mereka sendiri melalui proses mencoba, mengamati, dan memodifikasi objek geometri. Temuan ini selaras dengan pendekatan konstruktivisme yang menegaskan bahwa proses pembentukan pengetahuan terjadi melalui keterlibatan siswa dalam pengalaman belajar yang aktif dan bermakna (Zajda, 2021).

Temuan ini menunjukkan pembelajaran matematika dengan berbantuan perangkat lunak GeoGebra 3D dapat meningkatkan partisipasi aktif siswa. Hasil tersebut didukung oleh berbagai penelitian yang menyatakan bahwa GeoGebra mendorong siswa melakukan eksplorasi konsep matematika melalui manipulasi objek geometri secara langsung (Dahal et al., 2022; Iwani Muslim et al., 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat memperkaya proses konstruksi pengetahuan karena siswa dapat mengamati perubahan objek matematika secara langsung melalui manipulasi visual (Aba et al., 2025; Klllogjeri & Klllogjeri, 2024) Selain itu, penelitian oleh (Iwani Muslim et al., 2023; Rachmawati et al., 2023) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa karena mereka memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi secara visual dan interaktif. Hasil penelitian ini memperkuat temuan bahwa eksplorasi menggunakan teknologi digital dapat mendorong keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran matematika.

Kemudahan dan presisi dalam konstruksi bangun ruang

Temuan lain menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D membantu siswa membangun bangun ruang secara lebih mudah dan presisi dibandingkan dengan menggambar secara manual pada kertas. Beberapa siswa menyatakan bahwa menggambar bangun ruang secara manual seringkali cukup sulit karena memerlukan ketelitian dalam menentukan posisi titik dan ukuran garis, sebagaimana dinyatakan oleh S9 sebagai berikut:

“Kalau menggambar di kertas sering tidak rapi, tetapi di GeoGebra garis dan bentuknya langsung tepat.”

Siswa lain yaitu S2 juga menyampaikan:

“Dengan GeoGebra lebih mudah membuat bangun ruang karena sudah dibantu oleh sistem sehingga hasilnya lebih presisi.”

Sebaliknya, pada GeoGebra proses konstruksi menjadi lebih sederhana karena sistem

membantu membentuk objek secara lebih rapi dan akurat. Kemudahan dalam proses konstruksi ini memungkinkan siswa untuk lebih fokus pada pemahaman konsep geometri daripada menghadapi kesulitan teknis dalam menggambar. Dengan demikian, GeoGebra tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai sarana yang memfasilitasi proses konstruksi objek geometri secara sistematis.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak geometri dinamis dapat membantu siswa membangun objek matematika secara lebih akurat serta mempermudah proses eksplorasi konsep geometri. (Chivai et al., 2022; Ziatdinov & Valles, 2022) menemukan bahwa penggunaan GeoGebra membantu siswa memvisualisasikan objek geometri dengan tingkat presisi yang tinggi sehingga siswa dapat memahami sifat-sifat bangun geometri dengan lebih jelas. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif karena siswa dapat mengonstruksi objek matematika secara sistematis tanpa harus menghadapi kesulitan teknis dalam proses menggambar (Tamam & Dasari, 2021). Selain itu, penelitian mengenai respon siswa terhadap penggunaan GeoGebra juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan tanggapan positif terhadap penggunaan perangkat lunak tersebut dalam pembelajaran matematika karena membantu mereka memahami konsep secara lebih jelas (Killogjeri & Killogjeri, 2024).

Munculnya pemahaman konseptual baru tentang bangun ruang

Selain memberikan pengalaman visual dan eksploratif, kegiatan pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D juga memunculkan pemahaman konseptual baru bagi siswa. Beberapa siswa menyatakan bahwa melalui eksplorasi bangun ruang menggunakan GeoGebra mereka mulai memahami hubungan antarbangun ruang yang sebelumnya tidak mereka sadari. Hal tersebut didukung oleh pernyataan dari S6 dan S10 sebagai berikut:

“Saya baru tahu bahwa kubus dan balok bisa dianggap sebagai bentuk khusus dari prisma setelah melihatnya di GeoGebra.” (S6)

“Dari GeoGebra saya jadi tahu bahwa prisma bisa memiliki banyak bentuk tergantung bentuk alasnya.” (S10)

Selain memahami hubungan antarbangun ruang, beberapa siswa juga menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra membantu mereka membayangkan jaring-jaring bangun ruang dengan lebih jelas. Melalui tampilan tiga dimensi, siswa dapat mengamati bagaimana sisi-sisi bangun ruang saling terhubung sehingga mereka dapat membayangkan bagaimana bangun tersebut dapat dibuka menjadi jaring-jaring. Sebagaimana diwakili oleh pernyataan S13 berikut:

“Ketika melihat bangun ruang di GeoGebra saya jadi lebih mudah membayangkan bagaimana bentuk jaring-jaringnya jika bangun itu dibuka.”

Hal ini menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi tidak hanya membantu siswa memahami bentuk

bangun ruang, tetapi juga membantu mereka memahami hubungan antara representasi tiga dimensi dan representasi dua dimensi dalam bentuk jaring-jaring bangun ruang.

Temuan ini menunjukkan bahwa eksplorasi visual dan manipulasi objek geometri dapat membantu siswa mengidentifikasi hubungan antar konsep geometri. Melalui pengamatan langsung terhadap berbagai variasi bangun ruang, siswa memiliki kesempatan untuk menemukan pola dan hubungan antar konsep yang sebelumnya tidak mereka pahami. Dengan demikian, penggunaan perangkat lunak geometri dinamis seperti GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa dalam pembelajaran geometri. Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa eksplorasi menggunakan GeoGebra memungkinkan siswa memahami sifat-sifat bangun geometri melalui manipulasi objek secara langsung (Dahal et al., 2022; Sieng & Thai, 2024). Penelitian meta-analisis juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi matematika memberikan dampak positif terhadap kemampuan matematika siswa secara keseluruhan (Anzani & Juandi, 2022).

Selain itu, penelitian lain menyatakan bahwa penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual melalui proses eksplorasi dan visualisasi konsep (Aba et al., 2025). Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan kualitas pembelajaran serta membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam (Juandi et al., 2021; Rachmawati et al., 2023; Ramadhanti & Juandi, 2022; Zhang et al., 2025).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D dalam pembelajaran bangun ruang memberikan kontribusi yang signifikan terhadap proses belajar siswa. Visualisasi tiga dimensi membantu siswa memahami struktur bangun ruang secara lebih jelas, aktivitas eksplorasi mendorong keterlibatan aktif dalam pembelajaran, kemudahan konstruksi memungkinkan siswa fokus pada pemahaman konsep, serta eksplorasi objek geometri dapat memunculkan pemahaman konseptual baru mengenai hubungan antar bangun ruang dan jaring-jaring bangun ruang. Dengan demikian, integrasi perangkat lunak GeoGebra 3D dapat menjadi strategi yang efektif dalam mendukung pembelajaran geometri, khususnya dalam membantu siswa memahami konsep bangun ruang yang bersifat abstrak.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra 3D pada pembelajaran bangun ruang memberikan pengalaman belajar yang memfasilitasi siswa dalam memahami konsep geometri dengan lebih baik melalui penyajian visual objek tiga dimensi yang interaktif. Pemanfaatan GeoGebra 3D memungkinkan siswa memvisualisasikan bentuk bangun ruang dengan lebih jelas, terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi dan konstruksi objek geometri,

serta membangun bangun ruang secara lebih presisi. Selain itu, proses manipulasi dan eksplorasi objek secara dinamis juga mendorong munculnya pemahaman konseptual baru pada siswa mengenai hubungan antarbangun ruang. Temuan ini menunjukkan bahwa GeoGebra 3D dapat mendukung pembelajaran geometri yang lebih interaktif dan bermakna, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai alternatif media pembelajaran dalam membantu siswa memahami konsep bangun ruang di sekolah. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji penggunaan GeoGebra pada materi matematika lainnya dengan memperluas jumlah partisipan penelitian sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Aba, M. M., Cholily, Y. M., Baiduri, B., Inganah, S., Wula, Z., & Rahardjanto, A. (2025). GeoGebra as a Visualization Tool: Implications for Mathematics Anxiety in Analytical Geometry Lectures. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUPITEK)*, 8(1), 63–77. <https://doi.org/10.30598/jupitekvol8iss1pp63-77>
- Anzani, V., & Juandi, D. (2022). Meta-Analysis: The Effect of Problem-Based Learning Assisted GeoGebra Software on Students Mathematic Ability. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02), 1900–1907. <https://scholar.google.co.id/schhp?>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652–661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- 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>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dahal, N., Pant, B. P., Shrestha, I. M., & Manandhar, N. K. (2022). Use of GeoGebra in Teaching and Learning Geometric Transformation in School Mathematics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(8), 65–78. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i08.29575>
- Govender, R., & Amevor, G. (2025). Instructional-based learning of cyclic quadrilateral theorems: Making geometric thinking visible and enhancing learners' spatial and geometry cognitions. *Pythagoras*, 46(1). <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v46i1.812>
- Hall, S., & Liebenberg, L. (2024). Qualitative Description as an Introductory Method to Qualitative Research for Master's-Level Students and Research Trainees. *International Journal of Qualitative Methods*, 23. <https://doi.org/10.1177/16094069241242264>
- Hlongwana, P., Mudaly, V., & Zulu, M. W. (2025). Enhancing geometry problem-solving through visualization for multilingual learners. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2662. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16564>
- Illeris, K. (2018). *Contemporary Theories of Learning: Learning Theorists ... In Their Own Words* (K. Illeris, Ed.; 2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315147277>
- Iwani Muslim, N. E., Zakaria, M. I., & Yin Fang, C. (2023). A Systematic Review of GeoGebra in Mathematics Education. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(3). <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v12-i3/19133>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., Siagian, M. D., Sulastri, R., & Negara, H. R. P. (2021). The Effectiveness of Dynamic Geometry Software Applications in Learning

- Mathematics : A Meta- Analysis Study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(2), 18–37.
- Kllogjeri, Q., & Kllogjeri, P. (2024). GeoGebra—A great platform for experiential learning, explorations and creativity in mathematics. *Journal of Applied Math*, 2(4), 553. <https://doi.org/10.59400/jam.v2i4.553>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning : Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education, Inc.
- Lavicza, Z., Abar, C. A. A. P., & Tejera, M. (2023). Spatial geometric thinking and its articulation with the visualization and manipulation of objects in 3D. *Educação Matemática Pesquisa Revista Do Programa de Estudos Pós-Graduados Em Educação Matemática*, 25(2), 258–277. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i2p258-277>
- Liang, Q., Wu, H., & Yuan, Y. (2024). Exploring the improvement path of virtual simulation experiments: based on the influencing factors and mediating effects of learning satisfaction. *BMC Medical Education*, 24(1), 1081. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06082-x>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2019). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- Octaria, D., Zulkardi, Z., Putri, R. I. I., & Hiltrimartin, C. (2025). Spatial Literacy in Geometry Learning: A Systematic Literature Review. *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 7(1), 316–324. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v7i1.17038>
- Rachmawati, A. D., Juandi, D., & Darhim, D. (2023). Examining the effectiveness of a GeoGebra-assisted open-ended approach on students' mathematical creative thinking ability. *Jurnal Elemen*, 9(2), 604–615. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i2.16483>
- Ramadhanti, F. T., & Juandi, D. (2022). Problem-based learning assisted by GeoGebra and Cabri 3D for understanding of geometrical concepts: A systematic review and meta-analysis. *AIP Conference Proceeding*, 070034. <https://doi.org/10.1063/5.0102475>
- Sebsibe, A. S., & Abdella, N. M. (2025). The effect of GeoGebra integrated instruction on students' learning of the quadratic function concept. *F1000Research*, 14, 671. <https://doi.org/10.12688/f1000research.163113.1>
- Sieng, V., & Thai, H. (2024). Improving Students' Visual Representation and Conceptual Understanding to Overcome Learning Difficulties in Geometry Using GeoGebra. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 91–104. <https://doi.org/10.12928/ijeme.v8i2.29834>
- Tamam, B., & Dasari, D. (2021). The use of Geogebra software in teaching mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012042>
- Zajda, J. (2021). Constructivist Learning Theory and Creating Effective Learning Environments. In *Globalisation, Comparative Education and Policy Research ((GCEP, volume 25))* (pp. 35–50). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71575-5_3
- Žakelj, A., & Klančar, A. (2022). The Role of Visual Representations in Geometry Learning. *European Journal of Educational Research*, volume-11-2022(volume-11-issue-3-july-2022), 1393–1411. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1393>
- Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., & Chen, G. (2025). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: a meta-analysis of 20 years of research. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(2), 437–458. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *Mathematics*, 10(3), 398. <https://doi.org/10.3390/math10030398>