

## Integrasi *Augmented Reality* berbantuan *Geogebra* sebagai Media Pembelajaran Interaktif dalam Pembelajaran Materi Bangun Ruang

Muh. Khaedir Lutfi, Fitri Anisa Kusumastuti

Universitas Tangerang Raya  
muh.khaedir.lutfi@gmail.com

---

### Article History

accepted 25/6/2024

approved 25/7/2024

published 31/7/2024

---

### Abstract

*Geometry is one of the main topics of mathematics subjects which is closely related to the environment around students. Various obstacles experienced by the students in the learning process are the lack of media that can facilitate students to think spatially. The use of Augmented Reality Geogebra in the learning process can help the students in spatial thinking. The aim of this research is to find out how to integrate AR Geogebra in learning spatial shapes as an interactive media. This research approach was carried out quantitatively using Paired-Sample T Test. The sample of this research consisted of 30 students of class VI through Simple Random Sampling. The research result shows that there is a significant difference in student learning outcomes in the Pre-Test and Post-Test after they used the AR Geogebra in spatial shapes. AR Geogebra can help the students recognize spatial shapes. Overall, this research shows that the interactive media AR Geogebra can be integrated in learning spatial shapes.*

**Keywords:** *Augmented Reality, Geogebra, Spatial Shapes, Spatial Ability*

### Abstrak

Geometri menjadi salah satu topik utama dalam pelajaran matematika yang sangat berkaitan dengan lingkungan sekitar siswa. Berbagai kendala yang dialami siswa dalam proses pembelajaran adalah kurangnya media yang bisa memfasilitasi siswa untuk berpikir secara spasial. Pemanfaatan *Augmented Reality Geogebra* dalam proses pembelajaran dapat membantu siswa dalam berpikir spasial. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana integrasi *AR Geogebra* pada materi bangun ruang sebagai media pembelajaran interaktif. Pendekatan penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan *Paired-Sample T Test*. Sampel dari penelitian ini terdiri dari 30 siswa kelas VI melalui *Simple Random Sampling*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil belajar siswa pada *Pre Test* dan *Post Test* setelah mereka menggunakan media *AR Geogebra* pada Materi Bangun Ruang. Teknologi *AR Geogebra* dapat membantu siswa mengenali bangun ruang secara spasial. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa media interaktif *AR Geogebra* dapat diintegrasikan dalam pembelajaran Materi Bangun Ruang.

**Kata kunci:** *Augmented Reality, Geogebra, Bangun Ruang, Kemampuan Spasial*

---



## PENDAHULUAN

Geometri merupakan salah satu materi penting dalam kurikulum matematika (Jablonski & Ludwig, 2023; Serin, 2018). Selain itu, geometri memiliki porsi materi yang lebih banyak dibandingkan dengan materi lain pada pembelajaran matematika dalam konten kurikulum. Geometri memiliki pengaruh yang signifikan dalam perannya mengembangkan kemampuan spasial, penalaran, dan keterampilan kritis yang penting untuk kesuksesan dalam berbagai disiplin ilmu dan kegiatan sehari-hari (Jablonski & Ludwig, 2023; Seah, 2018). Geometri memainkan peran penting tidak hanya dalam lingkup akademik tetapi juga dalam aplikasi dunia nyata seperti arsitektur dan teknik. Dalam bidang praktis, seperti arsitektur, pemahaman mendalam tentang geometri sangat penting untuk merancang struktur yang aman dan menarik secara visual, sementara para insinyur mengandalkan prinsip-prinsip geometris untuk memastikan integritas struktural desain mereka terhadap berbagai beban dan tekanan (Bete, 2022; Jumadi et al., 2022). Ini menggarisbawahi pentingnya geometri tidak hanya dalam lingkup pembelajaran matematika saja secara teoretis tetapi juga dalam profesi di mana penalaran spasial dan konsep geometris sangat mendasar.

Lutfi (2021) mengemukakan bahwa kesalahan umum yang dialami oleh siswa dalam mempelajari konsep geometri adalah hambatan ontogenik yang berkaitan dengan kesiapan mental siswa. Umumnya terdapat tiga hambatan ontogenik yang bisa terjadi pada siswa dalam proses belajar mereka di antaranya adalah hambatan ontogenik yang berkaitan dengan psikologi siswa, hambatan ontogenik yang berkaitan dengan hal-hal teknis dalam pembelajaran, serta hambatan ontogenik yang berkaitan dengan konseptual siswa. Selain itu, masalah yang sering dihadapi siswa dalam pembelajaran geometri adalah rendahnya kemampuan spasial siswa di mana masih berada pada level rendah (Lutfi & Jupri, 2020). Padahal kemampuan spasial sangat dibutuhkan oleh siswa untuk memahami objek-objek spasial termasuk bangun ruang selain dengan memberikan tugas-tugas spasial dengan level yang tinggi (Lutfi et al., 2024).

Kemampuan spasial sangat penting untuk mempelajari geometri di sekolah dasar karena memungkinkan siswa untuk memanipulasi dan memvisualisasikan bentuk-bentuk geometris secara mental dalam dua dan tiga dimensi. Kemampuan ini sangat penting untuk memecahkan masalah geometris dan memahami hubungan spasial (Herawati, 2024). Pengajaran geometri bertujuan untuk mengembangkan kesadaran spasial, intuisi, dan keterampilan visualisasi agar memberikan pengalaman yang komprehensif kepada siswa dalam geometri dua dimensi dan tiga dimensi (Muntazhimah & Miatun, 2018).

Penggunaan alat bantu dan teknologi dalam mengajarkan konsep geometri, seperti diagram, model fisik, dan perangkat lunak komputer, memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dengan konsep geometris (Lutfi et al., 2023). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa teknologi dalam pembelajaran geometri secara signifikan dapat meningkatkan prestasi siswa dalam memecahkan masalah-masalah geometri (Žakelj & Klančar, 2022). Dengan menggabungkan berbagai alat bantu dan teknologi, guru dapat membuat pembelajaran geometri lebih menarik dan efektif, yang mengarah pada pemahaman konseptual yang lebih baik pada siswa (Galitskaya & Drigas, 2023; Yegambaram, 2013).

Kesenjangan penelitian dalam pembelajaran geometri khususnya pada materi bangun ruang di kalangan siswa sekolah dasar terletak pada efektivitas berbagai teknik dan teknologi pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan visualisasi spasial siswa. Meskipun beberapa penelitian telah mengeksplorasi dampak media pembelajaran seperti perangkat lunak *Cabri 3D*, *Geogebra*, dan aplikasi *Augmented Reality* (AR) pada pembelajaran geometri, masih ada kebutuhan untuk menyelidiki strategi khusus yang paling dapat mendukung siswa sekolah dasar dalam mengembangkan kemampuan dan

penguasaan spasial mereka dalam pembelajaran geometri khususnya pada materi bangun ruang.

Studi terdahulu yang dilakukan oleh Lutfi (2020), Mjenda (2023), dan Yahya (2019) menyoroti pentingnya menggabungkan simulasi komputer, animasi, dan video tutorial untuk meningkatkan keterampilan visualisasi spasial siswa dalam geometri 3D. Selain itu, penelitian dari Helsa (2024) dan Uwurukundo (2022) menunjukkan efek positif pada visualisasi spasial siswa dan sikap terhadap pembelajaran geometri bangun ruang ketika menggunakan alat seperti *CABRI 3D* dan *Geogebra*.

Untuk meningkatkan kemampuan spasial dan pemahaman geometri siswa di sekolah dasar, pendidik dapat mengintegrasikan *Augmented Reality (AR) Geogebra*. Dengan menggabungkan *AR Geogebra*, siswa dapat terlibat dalam pengalaman belajar yang mendalam dan interaktif yang memfasilitasi eksplorasi bentuk spasial secara dinamis dan visual. Penelitian Buchori (2023) menekankan penggunaan *AR Geogebra* sebagai media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa pada geometri. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan bentuk geometris dalam lingkungan virtual, mendorong eksplorasi langsung dan visualisasi konsep spasial. Selain itu, Osypova dan Tatochenko (2021) menyoroti efektivitas penggunaan *AR Geogebra* untuk membuat model dan video interaktif untuk pembelajaran yang menyediakan alat praktis untuk pengajaran matematika.

Namun, masih terdapat kesenjangan dalam memahami efektivitas komparatif berbagai metode pembelajaran, seperti pembelajaran langsung, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran kooperatif, seperti yang diselidiki oleh Firmansyah (2019). Lebih lanjut, eksplorasi dampak teknologi baru seperti media holografik 3D (Kaharuddin, 2023), VR, dan aplikasi AR (Schmid, 2023) terhadap keterlibatan siswa sekolah dasar dan pemikiran spasial dalam pembelajaran geometri masih menjadi wilayah kajian yang memerlukan penelitian lebih lanjut.

Untuk mengatasi kesenjangan penelitian dalam pembelajaran geometri bangun ruang di kalangan siswa sekolah dasar, peneliti perlu fokus pada perbandingan hasil dari pendekatan pembelajaran yang berbeda tentang geometri bangun ruang khususnya yang terkait dengan objek spasial. Dengan melakukan penelitian mendalam yang menguji efektivitas beragam strategi dan teknologi pengajaran, pendidik dapat menyesuaikan metode pengajaran mereka dengan lebih baik untuk meningkatkan pemahaman dan kemahiran siswa sekolah dasar dalam pembelajaran geometri bangun ruang. Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil integrasi media interaktif *Augmented Reality Geogebra* pada materi bangun ruang di sekolah dasar.

## METODE

Metode dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif yaitu kuasi eksperimen. Subjek penelitian ini adalah siswa yang sedang belajar materi Bangun Ruang yaitu sebanyak 30 siswa kelas VI di salah satu Sekolah Dasar Kabupaten Tangerang. Teknik pengambilan sample yang digunakan yaitu *Simple Random Sampling*. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui instrumen tes yang terbagi atas dua yaitu *Pre Test* dan *Post Test* di mana *Pre Test* digunakan untuk mengumpulkan data hasil belajar siswa sebelum adanya penggunaan teknologi *Augmented Reality* dalam pembelajaran bangun ruang. Sedangkan *Post Test* digunakan untuk mengumpulkan data hasil belajar siswa setelah adanya integrasi *Augmented Reality Geogebra* dalam pembelajaran bangun ruang. Instrumen tes disusun berdasarkan aspek-aspek yang ada dalam kemampuan spasial. Teknik analisis data dilakukan melalui *Paired-Sample T Test* pada data *Pre Test* dan *Post Test* hasil belajar siswa.

Hipotesis penelitian dalam riset ini adalah terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar siswa dari *Pre Test* dan *Post Test* setelah adanya integrasi *Augmented Reality*

berbantuan *Geogebra* dalam Pembelajaran Materi Bangun Ruang. Hipotesis statistik yang dirumuskan dalam penelitian ini dapat diamati pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Perumusan Hipotesis Statistik**

H0:	Tidak terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i>
H1:	Terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i>

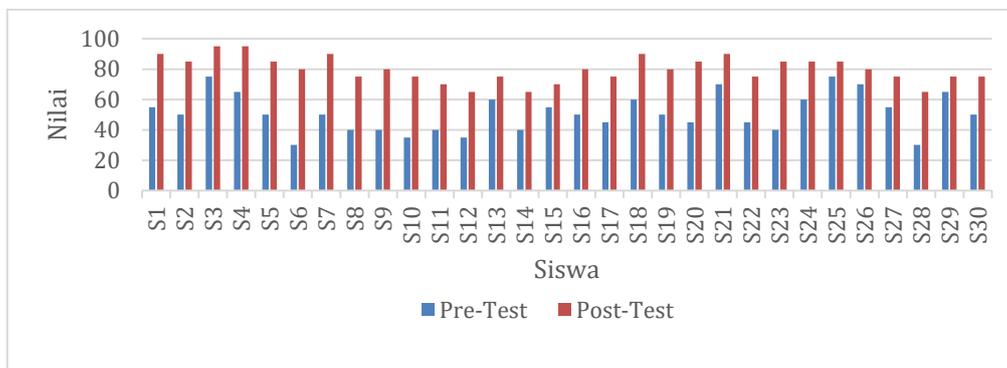
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pelaksanaan pembelajaran geometri bangun ruang dilaksanakan selama kurang lebih satu bulan di mana dua pertemuan hanya menggunakan alat peraga konvensional dan dua pertemuan lagi dengan mengintegrasikan teknologi *Augmented Reality Geogebra*. Berikut data hasil *Pre Test* dan *Post Test* dari ke-30 siswa yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. hasil *Pre Test* dan *Post Test* siswa**

Siswa	<i>Pre Test</i>	<i>Post Test</i>	Siswa	<i>Pre Test</i>	<i>Post Test</i>
S1	55	90	S16	50	80
S2	50	85	S17	45	75
S3	75	95	S18	60	90
S4	65	95	S19	50	80
S5	50	85	S20	45	85
S6	30	80	S21	70	90
S7	50	90	S22	45	75
S8	40	75	S23	40	85
S9	40	80	S24	60	85
S10	35	75	S25	75	85
S11	40	70	S26	70	80
S12	35	65	S27	55	75
S13	60	75	S28	30	65
S14	40	65	S29	65	75
S15	55	70	S30	50	75

Selanjutnya, untuk melihat perbandingan nilai dari hasil belajar siswa baik dari *Pre Test* maupun *Post Test*, peneliti menyajikan diagram batang seperti pada Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1. Diagram Batang Data *Pre Test* dan *Post Test* siswa**

Setelah data *Pre Test* dan *Post Test* terpenuhi, peneliti melakukan Uji Normalitas sebagai uji prasyarat dalam statistika parameterik dalam hal ini adalah Uji *Paired-Sample T Test*. Uji Normalitas dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh terdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan ke Uji *Paired-Sample T Test*. Informasi terkait Uji Normalitas data disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3. Informasi Uji Normalitas Data (Tests of Normality Shapiro-Wilk)**

	<b>Statistic</b>	<b>df</b>	<b>Sig.</b>
<b>Pre Test</b>	.960	30	.310
<b>Post Test</b>	.948	30	.153

Dari Tabel *Tests of Normality* pada kolom *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai Sig. pada *Pre Test* dan *Post Test* yaitu sebesar 0,310 dan 0,153. Karena nilai Sig. dari kolom *Shapiro Wilk* untuk *Pre Test* dan *Post Test* lebih dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data *Pre Test* dan *Post Test* terdistribusi normal atau dengan kata lain asumsi Normalitas terpenuhi. Oleh karena itu, pengujian menggunakan data tersebut dapat dilanjutkan ke uji parametrik yaitu Uji *Paired-Sample T Test*.

Hasil output SPSS untuk Uji *Paired-Sample T Test* dapat diamati pada Tabel 4 dan Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 4. Paired Sample Statistics**

		<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Std. Error Mean</b>
<b>Pair 1</b>	<b>Pre Test</b>	51.00	30	12.690	2.317
	<b>Post Test</b>	79.83	30	8.457	1.544

Tabel 4 *Paired Samples Statistics* menunjukkan informasi terkait statistika deskriptif yaitu rata-rata data dari *Pre Test* dan *Post Test* di mana masing-masing sebesar 51,00 dan 79,83. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata *Post Test* lebih besar dari nilai rata-rata *Pre Test*.

**Tabel 5. Paired-Sample T Test**

		<b>Paired Differences</b>		<b>t</b>	<b>df</b>	<b>Sig. (2-tailed)</b>
		<b>Mean</b>	<b>Std. Error Mean</b>			
<b>Pair 1</b>	<b>Pre Test - Post Test</b>	-28.833	1.898	-15.191	29	.000

Tabel 5 tentang Paired Samples Test memberikan informasi tentang hasil Uji *Paired-Sample T Test*. Informasi dari tabel tersebut digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis statistik yang telah dirumuskan sebelumnya. Informasi dari Tabel 5 menunjukkan nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 yang nilainya kurang dari 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yaitu terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada *Pre Test* dan *Post Test*. Sehingga kesimpulan yang diperoleh adalah integrasi *Augmented Reality Geogebra* sebagai media pembelajaran interaktif dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada pembelajaran Geometri Bangun Ruang.

Beberapa penelitian juga telah menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan spasial yang lebih baik cenderung berkinerja baik dalam pembelajaran geometri (Noor Muhammad et al., 2022). Penggunaan media pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa dan pemahaman mereka tentang konsep geometri (Amir et al., 2020). Penting untuk mengintegrasikan keterampilan spasial ke

dalam model pembelajaran geometri untuk secara efektif menyelesaikan masalah geometri (Wardhani, 2023). Visualisasi spasial, yang melibatkan interpretasi informasi visual, sangat signifikan dalam pembelajaran geometri karena siswa perlu memanipulasi dan memutar objek dalam ruang secara mental (Kösa, 2016).

Dengan menggabungkan AR *Geogebra* dalam pembelajaran geometri bangun ruang, pendidik dapat memberikan pengalaman belajar multi-sensorik kepada siswa dengan meningkatkan keterampilan visualisasi spasial dan penalaran geometris mereka. Penggunaan perangkat lunak geometri dinamis seperti *Geogebra* memungkinkan siswa untuk secara aktif membangun dan mengeksplorasi bentuk-bentuk geometris, sehingga menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan spasial (Pamungkas et al., 2021). Selain itu, sifat interaktif AR *Geogebra* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan kemampuan berpikir kritis pada geometri (Zuniari et al., 2022).

Integrasi *Augmented Reality* berbantuan *Geogebra* juga dapat mengurangi masalah yang sering dihadapi oleh siswa khususnya dalam mengenal unsur-unsur yang terdapat pada bangun ruang. Hal ini terlihat selama pembelajaran menggunakan media pembelajaran AR *Geogebra*, siswa yang awalnya hanya mampu memvisualisasikan objek bangun ruang secara dua dimensi di buku mereka, mereka dapat memvisualisasikannya secara tiga dimensi melalui bantuan AR *Geogebra*. Selain itu, melalui pengalaman langsung yang diamati oleh peneliti, siswa menjadi lebih aktif dan antusias dalam mengikuti pembelajaran materi bangun ruang dari sebelumnya. Hal ini teramati pada saat siswa mencoba secara langsung media pembelajaran interaktif AR *Geogebra*.

Integrasi teknologi dalam media pembelajaran interaktif seperti *Augmented Reality* berbantuan *Geogebra* telah secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan antusiasme siswa dalam konteks pembelajaran materi bangun ruang. Peneliti telah mengamati bahwa siswa menjadi lebih aktif dan antusias ketika mereka dapat berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran melalui media pembelajaran interaktif AR *Geogebra*. Penggunaan perangkat lunak *Geogebra* yang dikombinasikan dengan kemampuan *Augmented Reality* telah merevolusi pembelajaran geometri dengan memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep bangun ruang dalam lingkungan yang dinamis dan interaktif. Pengalaman langsung ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep bangun ruang, tetapi juga dapat membuat konsep abstrak lebih nyata dan menarik bagi siswa (Schmid, 2023). Secara keseluruhan, pengalaman langsung yang diberikan oleh media pembelajaran interaktif seperti AR *Geogebra* secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan antusiasme siswa, membuat pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan di berbagai konteks pendidikan.

## SIMPULAN

Hasil Uji *Paired-Sample T Test* menunjukkan adanya perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada *Pre Test* dan *Post Test* yang diamati dari nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 yang nilainya kurang dari 0,05. Setelah diamati lebih lanjut pada rata-rata hasil belajar siswa, terdapat peningkatan rata-rata di mana pada *Pre Test* diperoleh nilai 51.00 sedangkan pada *Post Test* diperoleh nilai 79.83.

Implikasi dari adanya integrasi *Augmented Reality* berbantuan *Geogebra* pada media pembelajaran materi bangun ruang adalah siswa terfasilitasi dalam berpikir secara spasial termasuk dalam mengenal objek bangun ruang. Oleh sebab itu, siswa lebih mudah memahami bangun ruang dan berdampak pada peningkatan hasil belajar mereka. Dengan memanfaatkan fitur interaktif dan imersif dari AR *Geogebra*, pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar menarik yang mendorong eksplorasi aktif dan

visualisasi bentuk spasial, yang pada akhirnya memperkaya pengalaman belajar siswa dalam mempelajari geometri bangun ruang.

Untuk melengkapi penelitian ini perlu dilakukan penelitian pengembangan media pembelajaran yang dapat digunakan oleh siswa dan guru pada materi bangun ruang. Integrasi teknologi dalam penelitian selanjutnya dapat dijadikan sebuah *novelty* dalam penelitian sehingga memiliki prospek yang luas dalam kajiannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. F., Fediyanto, N., Rudyanto, H. E., Afifah, D. S. N., & Tortop, H. S. (2020). Elementary Students' Perceptions of 3Dmetric: A Cross-Sectional Study. *Heliyon*, 6(6), e04052. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04052>
- Bete, H. (2022). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Geometri Analitik Materi Persamaan Garis berdasarkan Teori Newman. *Jurnal Absis*, 5(1), 546–558.
- Buchori, A. (2023). Interactive Learning Media With Augmented Reality (AR) Geogebra for Teaching Geometry in Elementary School. *Profesi Pendidikan Dasar*, 17–30. <https://doi.org/10.23917/ppd.v10i3.4469>
- Firmansyah, F., Gradini, E., Yustinanningrum, B., & Lubis, N. (2019). *Comparison of the Implementation of Direct Instruction, Problem-Based Instruction, and Cooperative Learning Using Cabri 3D on Geometry*. <https://doi.org/10.4108/eai.18-10-2018.2287192>
- Galitskaya, V., & Drigas, A. S. (2023). Mobiles & ICT Based Interventions for Learning Difficulties in Geometry. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(4), 21–36. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i4.36309>
- Helsa, Y. (2024). Enhancing Spatial Visualization in CABRI 3d-Assisted Geometry Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(2), 248–259. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.2.2046>
- Herawati, H. (2024). Spatial Thinking Ability in Elementary School. *Pionir Jurnal Pendidikan*, 13(1). <https://doi.org/10.22373/pjp.v13i1.23002>
- Jablonski, S., & Ludwig, M. (2023). Teaching and Learning of Geometry—A Literature Review on Current Developments in Theory and Practice. *Education Sciences*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/educsci13070682>
- Jumadi, A., Nasrudin, F. S., Siti, N., & Arunah, K. (2022). Students' and Lecturers' Perceptions of Students' Difficulties in Geometry Courses. *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 4(2), 50–64. <https://doi.org/10.55057/ijares.2022.4.2.6>
- Kaharuddin, A. (2023). The Influence of Using 3D Holographic Media on Student Engagement in Learning Geometry. *International Journal of Scientific Research and Management*, 11(12), 3117–3119. <https://doi.org/10.18535/ijerm/v11i12.el03>
- Kösa, T. (2016). Effects of Using Dynamic Mathematics Software on Pre-Service Mathematics Teachers Spatial Visualization Skills: The Case of Spatial Analytic Geometry. *Educational Research and Reviews*, 11(7), 449–458. <https://doi.org/10.5897/err2016.2686>
- Lutfi, M. K. (2020). *Desain Didaktis Materi Bangun Ruang Sisi Datar Berbantuan Media E-Learning Untuk Mengembangkan Kemampuan Spasial Siswa Di Era New Normal*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lutfi, M. K., Cahya Mulyaning, E., & Annisa Kusumastuti, F. (2024). Analysis of Students' Geometrical Thinking from Geometry Task Related to HOTS from PISA. *KnE Social Sciences*, 2024, 943–952. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.16020>
- Lutfi, M. K., Juandi, D., & Jupri, A. (2021). Students' ontogenic obstacle on the topic of

- triangle and quadrilateral. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012108>
- Lutfi, M. K., & Jupri, A. (2020). Analysis of junior high school students' spatial ability based on Van Hiele's level of geometrical thinking for the topic of triangle similarity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032026>
- Lutfi, M. K., Kusumastuti, F. A., Akib, I., & Rohmawati, A. (2023). Media E-Learning Bangun Ruang Sisi Datar: Kelayakan pada Pembelajaran Daring. *Edu Komputika Journal*, 9(2), 78–87. <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v9i2.54743>
- Mjenda, M. (2023). Assessing the Effectiveness of Computer-Aided Instructional Techniques in Enhancing Students' 3D Geometry Spatial Visualization Skills Among Secondary School Students in Tanzania. *International Journal of Learning Teaching and Educational Research*, 22(6), 613–637. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.6.31>
- Muntazhimah, M., & Miatun, A. (2018). Cabri 3D - Assisted Collaborative Learning to Enhance Junior High School Students' Spatial Ability. *Journal of Physics Conference Series*, 948, 12042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012042>
- Noor Muhammad, Dr. Sajid Rehman, & Dr. Muhammad Naemullah. (2022). An Investigation into Spatial Ability in Geometry among Secondary School Students. *Sjesr*, 5(3), 22–28. [https://doi.org/10.36902/sjesr-vol5-iss3-2022\(22-28\)](https://doi.org/10.36902/sjesr-vol5-iss3-2022(22-28))
- Osyopova, N., & Tatochenko, V. (2021). *Improving the Learning Environment for Future Mathematics Teachers With the Use Application of the Dynamic Mathematics System GeoGebra AR*. <https://doi.org/10.31812/123456789/4628>
- Pamungkas, M. D., Rahmawati, F., & Apriliyani, M. N. (2021). Teaching Spatial Geometry With Geogebra: Can It Improve the Problem-Solving Skills of Prospective Mathematics Teachers? *Journal of Physics Conference Series*, 1918(4), 42082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042082>
- Schmid, A. (2023). *Geogebra as a Constructivism Teaching Tool for Visualization Geometry Using VR and AR*. 253–264. <https://doi.org/10.34916/el.2023.15.20>
- Seah, R. (2018). Choosing the Right Resources to Support the Learning of Polygons: Using the Correct Materials and Manipulatives Appropriately Allows the Richness of Geometrical Concepts to Be Fully Investigated to Enable Students to Explore and Reason about Shapes. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 23(1), 3.
- Serin, H. (2018). Perspectives on the Teaching of Geometry: Teaching and Learning Methods. *Journal of Education and Training*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.5296/jet.v5i1.12115>
- Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime, M. (2022). Enhancing Students' Attitudes in Learning 3-Dimension Geometry Using GeoGebra. *International Journal of Learning Teaching and Educational Research*, 21(6), 286–303. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.17>
- Wardhani, I. S. (2023). The Model of Geometry Learning With Spatial Skills Features: Is It Possible? *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(14). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i14.6397>
- Yahya, F. H., Wahab, R. A., Atan, N. A., & Ibrahim, A. B. (2019). The Effects of Video Tutorial Screencast SketchUp Make (VTS-SUM) in Learning 3D Geometry for Low Achievers. *Universal Journal of Educational Research*, 7(10A), 19–23. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071704>
- Yegambaram, P. (2013). *The effectiveness of computer-aided teaching on the quality of learning geometric concepts by grade 7 learners at a selected primary school in KwaZulu-Natal*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:108800930>
- Žakelj, A., & Klančar, A. (2022). The Role of Visual Representations in Geometry Learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1393–1411.

Zuniari, N. I., Ridlo, Z. R., Wahyuni, S., Ulfa, E. M., & Dharmawan, M. K. S. (2022). The Effectiveness of Implementation Learning Media Based on Augmented Reality in Elementary School in Improving Critical Thinking Skills in Solar System Course. *Journal of Physics Conference Series*, 2392(1), 12010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2392/1/012010>