

PENGEMBANGAN GALERI VIRTUAL INTERAKTIF BERBASIS VIRTUAL REALITY PADA MATERI GEOMETRI EUCLID DAN NON-EUCLID MENGGUNAKAN APLIKASI METASTEPS

Nadhira Eka Putri Prayudi¹, Nabila Mutiara Syifa², Putri Syahbilah³, Fevi Rahmawati Suwanto⁴

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Medan, Indonesia^{1,2,3,4}

Corresponding Author: nadhiraepprayudi@gmail.com^{1*}, nabilamutiarasyifa06@gmail.com², ptrsyhblh@gmail.com³, fevirahmawati@unimed.ac.id⁴

Info Artikel

Received: 16 Mei 2026

Revised : 12 Juni 2026

Accepted: 21 Juni 2026

Published: 27 Juni 2026

Keywords: Virtual Reality, interactive virtual gallery, Euclidean Geometry, Non-Euclidean Geometry, Metasteps.

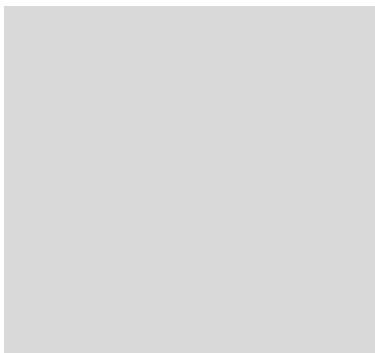
Kata Kunci: Virtual Reality, galeri virtual interaktif, Geometri Euclid, Geometri Non-Euclid, Metasteps.

Abstract

This study aims to develop learning media in the form of an interactive virtual gallery based on Virtual Reality on Euclidean and Non-Euclidean Geometry using the Metasteps application. This study uses the Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model consisting of the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The research subjects consisted of two mathematics teachers as expert validators and 30 grade XI students of SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan as trial respondents. Data collection techniques were carried out using expert validation sheets and student response questionnaires with a Likert scale. Data were analyzed descriptively quantitatively using the feasibility percentage formula. The results showed that the developed learning media obtained an average expert validation percentage of 96% with the Very Valid category. Meanwhile, the results of the student response questionnaire obtained a percentage of 81.8% with the Very Good category. These results indicate that the interactive virtual gallery based on Virtual Reality using the Metasteps application is suitable for use as a mathematics learning medium on Euclidean and Non-Euclidean Geometry. The developed learning media is able to help students understand abstract geometric concepts through interactive, interesting, and immersive three-dimensional visualizations.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid menggunakan aplikasi Metasteps. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Subjek penelitian terdiri atas dua orang guru matematika sebagai validator ahli dan 30 peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan sebagai responden uji coba. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan lembar validasi ahli dan angket respon peserta didik dengan skala Likert. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan rumus persentase kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase validasi ahli sebesar 96% dengan kategori Sangat Valid. Sementara itu, hasil angket respon peserta didik memperoleh persentase sebesar 81,8% dengan kategori



Sangat Baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality menggunakan aplikasi Metasteps layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid. Media pembelajaran yang dikembangkan mampu membantu peserta didik memahami konsep geometri yang bersifat abstrak melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif, menarik, dan imersif.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Multidisipliner

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era digital telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai bidang kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui penyediaan media pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan efektif. Dalam konteks pembelajaran matematika, penggunaan teknologi sangat diperlukan karena matematika merupakan disiplin ilmu yang banyak memuat konsep abstrak sehingga sering menimbulkan kesulitan bagi peserta didik dalam memahami materi secara mendalam. Salah satu cabang matematika yang membutuhkan kemampuan visualisasi dan pemahaman spasial yang baik adalah geometri.

Geometri merupakan cabang matematika yang mempelajari bentuk, ukuran, posisi, serta hubungan antarobjek dalam ruang. Secara umum, geometri terbagi menjadi geometri Euclid dan geometri non-Euclid. Geometri Euclid didasarkan pada lima postulat Euclid yang menjadi dasar pengembangan geometri klasik, sedangkan geometri non-Euclid berkembang melalui modifikasi terhadap postulat paralel Euclid sehingga melahirkan geometri hiperbolik dan geometri eliptik. Konsep-konsep dalam geometri non-Euclid memiliki tingkat abstraksi yang lebih tinggi dibandingkan geometri Euclid karena melibatkan struktur ruang dan sifat garis yang berbeda dari konsep geometri pada bidang datar biasa. Oleh sebab itu, peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami materi geometri, khususnya geometri non-Euclid, apabila pembelajaran hanya dilakukan melalui penjelasan teoritis dan media dua dimensi.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran geometri memerlukan media pembelajaran yang mampu memberikan visualisasi secara konkret terhadap objek dan konsep geometri. Namun, pada kenyataannya pembelajaran geometri masih didominasi oleh penggunaan metode konvensional seperti ceramah, penggunaan buku teks, dan gambar statis pada papan tulis maupun slide presentasi. Penggunaan media pembelajaran yang terbatas menyebabkan peserta didik

kurang mampu memahami hubungan spasial antarobjek geometri secara menyeluruh. Akibatnya, proses pembelajaran menjadi kurang efektif dan peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak yang terdapat dalam materi geometri.

Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah teknologi *Virtual Reality* (VR). *Virtual Reality* merupakan teknologi berbasis komputer yang memungkinkan pengguna memasuki lingkungan virtual tiga dimensi dan berinteraksi dengan objek virtual secara real-time sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif. Dalam bidang pendidikan, teknologi VR dinilai mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran karena memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif dibandingkan media pembelajaran konvensional. Menurut Su, Cheng, dan Lai (2022), penggunaan teknologi *Virtual Reality* dalam pembelajaran geometri dapat meningkatkan kemampuan spasial, motivasi belajar, dan efektivitas pemahaman konsep matematika peserta didik.

Selain itu, teknologi *Virtual Reality* memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan konsep-konsep geometri abstrak yang sulit direpresentasikan melalui media pembelajaran biasa. Pada materi geometri non-Euclid, misalnya, peserta didik memerlukan representasi ruang yang mampu menggambarkan sifat-sifat ruang hiperbolik maupun eliptik secara lebih konkret. Penggunaan *Virtual Reality* memungkinkan pengguna memahami konsep geometri non-Euclid melalui simulasi ruang virtual yang bersifat interaktif dan imersif. Penelitian lain yang dilakukan oleh Widyasari dan Mastura (2020) juga menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi visual mampu meningkatkan kemampuan berpikir geometri peserta didik sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan menarik.

Sejalan dengan perkembangan teknologi pendidikan, konsep pembelajaran berbasis metaverse dan virtual learning environment juga mulai diterapkan sebagai inovasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran berbasis metaverse memungkinkan peserta didik belajar di dalam ruang virtual yang interaktif, kolaboratif, dan dapat diakses secara fleksibel. Salah satu platform yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis virtual adalah aplikasi Metasteps. Aplikasi Metasteps memungkinkan pengguna untuk membangun ruang virtual interaktif yang dapat digunakan sebagai sarana penyajian materi pembelajaran secara tiga dimensi. Pemanfaatan aplikasi tersebut dalam pembelajaran geometri diharapkan mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik serta meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep geometri Euclid maupun non-Euclid. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Abidah, Sari, dan Zulkarnaen (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi berbasis Augmented Reality dan virtual learning

memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman materi geometri di sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu inovasi media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan teknologi *Virtual Reality* dengan materi geometri secara interaktif dan edukatif. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul “Pengembangan Galeri Virtual Interaktif Berbasis *Virtual Reality* pada Materi Geometri Euclid dan Non-Euclid Menggunakan Aplikasi Metasteps”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah galeri virtual interaktif yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran geometri guna membantu peserta didik memahami konsep-konsep geometri secara lebih visual, interaktif, dan imersif sehingga mampu meningkatkan efektivitas proses pembelajaran matematika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa galeri virtual interaktif berbasis *Virtual Reality* pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid menggunakan aplikasi Metasteps. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*.

Analysis (Analisis)

Pada tahap analisis dilakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran, analisis karakteristik peserta didik, serta analisis materi Geometri Euclid dan Non-Euclid yang akan dikembangkan ke dalam media galeri virtual interaktif. Selain itu, dilakukan identifikasi permasalahan pembelajaran, khususnya terkait keterbatasan media pembelajaran interaktif yang dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep geometri yang bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan visualisasi spasial.

Design (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun konsep pengembangan galeri virtual, penyusunan materi pembelajaran, desain lingkungan virtual, pembuatan storyboard, serta perencanaan objek 3D, media pendukung (gambar, video, dan poster), dan navigasi interaktif yang akan digunakan dalam aplikasi *Virtual Reality* berbasis Metasteps.

Development (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan dilakukan pembuatan produk sesuai dengan desain yang telah dirancang. Materi pembelajaran, objek 3D, gambar, video, dan elemen pendukung lainnya diintegrasikan ke dalam lingkungan virtual menggunakan aplikasi Metasteps. Produk yang telah

dikembangkan kemudian divalidasi oleh dua orang guru matematika sebagai validator, yang terdiri dari ahli materi pembelajaran geometri, menggunakan lembar validasi untuk menilai kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan.

Implementation (Implementasi)

Produk yang telah dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi kemudian diujicobakan kepada peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan sebanyak 30 siswa. Uji coba dilakukan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap penggunaan galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality dalam pembelajaran geometri. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling.

Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan hasil validasi ahli dan respon peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan produk agar media pembelajaran yang dihasilkan lebih layak, efektif, dan menarik untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan lembar validasi dan angket respon peserta didik. Lembar validasi diberikan kepada dua orang guru matematika sebagai validator untuk menilai kelayakan media pembelajaran galeri virtual interaktif berbasis *Virtual Reality*, sedangkan angket respon diberikan kepada peserta didik untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap media pembelajaran yang digunakan.

Instrumen penelitian disusun berdasarkan aspek penilaian media pembelajaran, yang meliputi aspek materi, aspek tampilan, dan aspek kemudahan penggunaan (*usability*). Instrumen yang digunakan telah melalui proses validasi oleh ahli sebelum digunakan dalam penelitian.

Penilaian pada lembar validasi dan angket respon menggunakan skala Likert dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validator

Skor	Kriteria
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup Baik
2	Kurang Baik

1	Tidak Baik
---	------------

Data hasil validasi dan angket respon dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase dengan rumus:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan

$\sum x$ = jumlah skor yang diperoleh

$\sum xi$ = jumlah skor maksimum

Hasil persentase kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan media pembelajaran sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Penilaian Angket

Persentase	Kategori
81% – 100%	Sangat Layak
61% – 80%	Layak
41% – 60%	Cukup Layak
21% – 40%	Kurang Layak
0% – 20%	Tidak Layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan produk berupa “Galeri Virtual Interaktif Berbasis Virtual Reality pada Materi Geometri Euclid dan Non-Euclid Menggunakan Aplikasi Metasteps”. Produk yang dikembangkan bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep geometri yang bersifat abstrak melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif. Produk yang telah dikembangkan kemudian dilakukan uji kelayakan melalui validasi ahli dan uji respon peserta didik. Hasil penelitian disajikan sebagai berikut.

Hasil Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan oleh dua orang guru matematika untuk menilai kelayakan media pembelajaran galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid menggunakan aplikasi Metasteps. Penilaian dilakukan berdasarkan aspek materi, tampilan,

dan penggunaan media. Data hasil validasi kemudian dianalisis menggunakan rumus persentase kelayakan sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Perhitungan Validasi Ahli:

1. Hasil Validasi Guru 1

Validator pertama memberikan penilaian terhadap empat aspek utama: (1) Kesesuaian materi, (2) Kejelasan penyajian, (3) Kebahasaan, dan (4) Keakuratan contoh.

Total skor diperoleh: 93 dari skor maksimal 100.

Persentase kelayakan:

$$P = \frac{93}{100} \times 100\% = 93\%$$

Kategori: Sangat layak

Tabel 3. Hasil Validasi Guru 1

Aspek Yang Dinilai	Skor Maks	Skor Diperoleh
Kesusaian Materi	25	22
Penyajian Materi	25	22
Kebahasaan	25	24
Latihan	25	25
Total	100	93

2. Hasil Validasi Guru 2

Validator ahli media menilai empat aspek: (1) Desain tampilan, (2) Navigasi, (3) Interaktivitas, (4) Kesesuaian warna dan tipografi.

Total skor diperoleh: 99 dari 100.

Persentase kelayakan:

$$P = \frac{99}{100} \times 100\% = 99\%$$

Kategori: Sangat layak

Tabel 4. Hasil Validasi Guru 2

Aspek yang Dinilai	Skor Maks	Skor Diperoleh
Desain Tampilan	25	25

Navigasi	25	24
Interaktivitas	25	25
Warna & Tipografi	25	25
Total	100	99

3. Validasi Dua Guru

Tabel 5. Hasil Validasi Dua Guru

No.	Nama validator	Total Skor	Presentase	Kategori
1.	Ita Novaria Br Tarigan	93	93%	Sangat Valid
2.	Siti Rahmawati	99	99%	Sangat valid

Berdasarkan hasil penilaian yang diberikan oleh dua validator (guru), media pembelajaran memperoleh total skor 93 dengan persentase 93% dari validator pertama dan total skor 99 dengan persentase 99% dari validator kedua. Rata-rata persentase kelayakan mencapai 96% yang termasuk kategori *Sangat Valid*. Dengan demikian, media pembelajaran dinyatakan sangat layak digunakan tanpa memerlukan revisi besar.

Hasil Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penggunaan media pembelajaran galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid. Instrumen angket terdiri atas 20 pernyataan dengan skala Likert 1–5. Data hasil angket diperoleh dari Google Form yang telah diisi oleh peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan rumus persentase sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Perhitungan Angket Siswa:

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh rata-rata skor sebesar 81,8 dari skor maksimum 100, sehingga diperoleh persentase sebagai berikut:

$$P = \frac{81,8}{100} \times 100\% = 81,8 \%$$

Hasil tersebut termasuk dalam kategori *Sangat Baik*. Adapun hasil angket respon peserta didik disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Angket Respon Siswa

Aspek Penilaian	Skor Maks	Rata-rata Skor	Persentase	Kategori
Desain	30	25,6	85,5%	Sangat Baik
Kemudahan Penggunaan	30	28	80%	Sangat Baik
Pemahaman Materi	35	28,2	80,5%	Sangat Baik
Total	100	81,8	81,8%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 6, aspek desain memperoleh persentase sebesar 85,5%, aspek kemudahan penggunaan sebesar 80%, dan aspek pemahaman materi sebesar 80,5%. Secara keseluruhan, media pembelajaran memperoleh persentase sebesar 81,8% dengan kategori Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality menggunakan aplikasi Metasteps mendapatkan respon positif dari peserta didik dan layak digunakan dalam pembelajaran Geometri Euclid dan Non-Euclid. Tingginya persentase tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu menarik perhatian peserta didik melalui tampilan visual yang interaktif, memudahkan peserta didik dalam memahami materi geometri yang bersifat abstrak, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan imersif dibandingkan pembelajaran konvensional. Selain itu, penggunaan teknologi Virtual Reality membantu peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran karena dapat berinteraksi langsung dengan objek-objek geometri di dalam lingkungan virtual.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid menggunakan aplikasi Metasteps. Berdasarkan hasil penelitian, media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh hasil validasi ahli dengan rata-rata persentase sebesar 96% yang termasuk dalam kategori Sangat Valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran telah memenuhi aspek kelayakan dari segi materi, tampilan, dan penggunaan media. Validator menilai bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan konsep Geometri Euclid dan Non-Euclid, penyajian materi cukup jelas, serta desain media yang dikembangkan memiliki tampilan visual yang menarik dan interaktif. Selain itu, fitur navigasi dan penggunaan elemen visual dalam media dinilai mampu mendukung proses pembelajaran secara lebih efektif.

Hasil angket respon peserta didik juga menunjukkan bahwa media pembelajaran memperoleh persentase sebesar 81,8% dengan kategori Sangat Baik. Persentase tersebut menunjukkan bahwa

peserta didik memberikan tanggapan positif terhadap penggunaan galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality. Aspek desain memperoleh persentase tertinggi karena tampilan media yang menarik dan berbasis lingkungan virtual tiga dimensi mampu meningkatkan minat belajar peserta didik. Sementara itu, aspek kemudahan penggunaan menunjukkan bahwa media mudah dioperasikan sehingga peserta didik dapat menggunakan fitur-fitur yang tersedia tanpa mengalami kesulitan yang berarti. Pada aspek pemahaman materi, peserta didik merasa bahwa visualisasi objek geometri dalam bentuk virtual membantu mereka memahami konsep-konsep geometri yang abstrak secara lebih konkret dan jelas.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Su, Cheng, dan Lai (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi Virtual Reality dalam pembelajaran geometri dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan spasial, dan motivasi belajar peserta didik. Selain itu, penelitian Widyasari dan Mastura (2020) juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi visual mampu meningkatkan kemampuan berpikir geometri peserta didik. Dengan demikian, penggunaan galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality menggunakan aplikasi Metasteps dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang inovatif, menarik, dan efektif untuk membantu peserta didik memahami materi Geometri Euclid dan Non-Euclid.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berupa galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid menggunakan aplikasi Metasteps memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran matematika. Hal tersebut ditunjukkan melalui hasil validasi ahli yang memperoleh rata-rata persentase sebesar 96% dengan kategori Sangat Valid serta hasil angket respon peserta didik yang memperoleh persentase sebesar 81,8% dengan kategori Sangat Baik. Media pembelajaran yang dikembangkan mampu membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep geometri yang bersifat abstrak melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif dan imersif. Selain itu, penggunaan teknologi Virtual Reality dalam pembelajaran juga dinilai mampu meningkatkan minat, motivasi, dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, galeri virtual interaktif berbasis Virtual Reality menggunakan aplikasi Metasteps dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang inovatif dan efektif pada materi Geometri Euclid dan Non-Euclid.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidah, I., Sari, R., & Zulkarnaen, R. (2025). Meta Analisis: Efektivitas Augmented Reality Terhadap Materi Geometri Sekolah. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 1052-1062.
- Afolabi, A. I., Ige, A. B., Akinade, A. O., & Adepoju, P. A. (2023). Virtual Reality and Augmented Reality: A Comprehensive Review Of Transformative Potential In Various Sectors. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 7(2), 107–122.
- Charles, C., Et Al. (2023). Analisa Pengaruh Virtual Reality Terhadap Perkembangan Pendidikan Indonesia. *Journal Innovation In Education*, 1(3), 40–53.
- Hanafi, M. A. (2018). Deskripsi Kesulitan Belajar Geometri Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cokroaminoto Palopo. *Prosiding*, 3(1).273-283.
- Kaminska, D., Sapinski, T., Wiak, S., Tikk, T., Haamer, R. E., Avots, E., et al. (2019). Virtual reality and its applications in education: Survey. *Information and Communications Technology*, 10(10), 2-20
- Nurlita, J., Ramadhani, S. S., & Wahyunengsih. (2025). Using Virtual Reality and Augmented Reality To Learning Mathematics. *Bilangan: Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumian Dan Angkasa*, 3(3), 245–255.
- Pande, I. M. S. A., Budaya, I. G. B. A., Crisnapati, P. N. (2023). Webgl 3D Virtual Exhibition as a Media To Increase The Visibility Of Digital Artwork. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 5(3), 186-194.
- Pramuditya, S. A., Noto, M. S., & Azzumar, F. (2022). Karakteristik Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Pada Pembelajaran Game Virtual Reality Berbasis Open-Ended [Characteristics Of Students' Mathematical Problem Solving Abilities In Open-Ended Virtual Reality Game Learning]. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 255-272.
- Purwati, N., Fitriyah, M., & Wahyuni, I. D. (2020). Pengaruh Media Pembelajaran Virtual Reality Terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 9(2), 201–208.
- Putri Sundoro, D., & Chendra Wibawa, S. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Video Interaktif Berbasis Virtual Reality (Vr) Pada Mata Pelajaran Komposisi Foto Digital Di Smk Kartika 2 Surabaya. *IT-Edu: Jurnal Information Technology And Education*, 4(2). 218-224.
- Radiani, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications For Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, And Research Agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Su, Y. S., Cheng, H. W., & Lai, C. F. (2022). Study of Virtual Reality Immersive Technology Enhanced Mathematics Geometry Learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418>.

- Widarsyah, R., Wiradarmo, A. A., Palesangi, M., & Arief, F. H. (2024). Exploration Of Visitors' Experience And Preferences On Virtual-Reality Application In Museum. *Jurnal Sosioteknologi*, 23(3), 374-386.
- Widyasari, N., & Mastura, L.I.. (2020). Improving Geometry Thinking Ability Through Augmented Reality Based Learning Media. *Eduma: Mathematics Education Learning And Teaching*, 9(1), 80 – 85.
- Wulandari, F., & Widodo, S. A. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Geometri Berbasis Komputer Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 145–153