

# Dampak Implementasi Teknologi Virtual Reality dalam Pembelajaran Matematika pada Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Sukabumi

Agung Zulfikri

Telkom University dan [agungzulfikri@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:agungzulfikri@student.telkomuniversity.ac.id)

---

## Info Artikel

### Article history:

Received Juni, 2023

Revised Juni, 2023

Accepted Juni, 2023

### Kata Kunci:

Teknologi Virtual Reality, Pembelajaran Matematika, Siswa, Sekolah Dasar, Kabupaten Sukabumi

### Keywords:

Virtual Reality Technology, Math Learning, Students, Elementary School, Sukabumi District

## ABSTRAK

Studi penelitian ini mengkaji dampak penerapan teknologi virtual reality (VR) dalam pembelajaran matematika di kalangan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sukabumi. Penelitian ini menggunakan desain penelitian dengan metode campuran, yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Komponen kuantitatif melibatkan penilaian pra dan pasca tes untuk mengukur pencapaian matematika siswa, sedangkan komponen kualitatif terdiri dari wawancara dan observasi untuk mengumpulkan wawasan tentang motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika ketika memanfaatkan teknologi VR. Metodologi penelitian ini melibatkan pemilihan sampel yang representatif dari siswa sekolah dasar dari Kabupaten Sukabumi yang belum pernah terpapar teknologi VR dalam pengajaran matematika. Lingkungan belajar VR akan dikembangkan, menggabungkan simulasi interaktif dan representasi visual dari konsep-konsep matematika. Data akan dikumpulkan melalui tes awal dan tes akhir, kuesioner, wawancara, dan observasi kelas. Hasilnya akan dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan dampak teknologi VR terhadap prestasi matematika siswa. Analisis kualitatif akan memberikan wawasan tentang motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika ketika memanfaatkan teknologi VR. Temuan ini akan berkontribusi pada bidang pendidikan matematika dengan memberikan bukti empiris tentang efektivitas VR dalam konteks sekolah dasar dan menginformasikan praktik dan kebijakan pendidikan di Kabupaten Sukabumi.

## ABSTRACT

*This research study examines the impact of implementing virtual reality (VR) technology in mathematics learning among primary school students in Sukabumi District. The study utilizes a mixed-methods research design, which combines quantitative and qualitative approaches. The quantitative component involved pre- and post-test assessments to measure students' mathematics achievement, while the qualitative component consisted of interviews and observations to gather insights into students' motivation, engagement and attitudes towards mathematics when utilizing VR technology. The research methodology involves selecting a representative sample of primary school students from Sukabumi District who have never been exposed to VR technology in math teaching. A VR learning environment will be developed, incorporating interactive simulations and visual representations of mathematical concepts. Data will be collected through pre-test and post-test, questionnaires, interviews, and classroom observations. The results will be analyzed quantitatively to determine the impact of VR technology on students' mathematics achievement. Qualitative analysis will provide insight into students' motivation, engagement, and attitudes towards mathematics when utilizing VR technology. The findings will contribute to the field of mathematics education by providing empirical evidence on the*

---

*effectiveness of VR in the primary school context and inform educational practices and policies in Sukabumi District.*

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*



---

**Corresponding Author:**

Name: Agung Zulfikri

Affiliation: Telkom University

Email: [agungzulfikri@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:agungzulfikri@student.telkomuniversity.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Pandemi COVID-19 telah memaksa platform pendidikan untuk berubah dan beradaptasi dari pembelajaran fisik konvensional menjadi pembelajaran virtual (Jafar et al., 2022). Pembelajaran virtual telah menjadi norma baru dalam pembelajaran, dan guru harus dapat berinteraksi dengan siswa menggunakan berbagai sumber untuk menciptakan pengalaman belajar yang baru dengan menggunakan pembelajaran virtual (Chan et al., 2020). Namun, transisi menuju pembelajaran virtual bukannya tanpa tantangan. Sebuah studi yang dilakukan di Sabah, Malaysia, menemukan bahwa siswa menghadapi tantangan dalam pembelajaran virtual karena lingkungan belajar yang tidak kondusif, fasilitas teknologi dan komunikasi yang buruk, dan kurangnya akses ke sumber daya (Jafar et al., 2022). Studi lain menemukan bahwa guru dan siswa menghadapi masalah seperti terlalu banyak beban kerja atau tugas online, ketergantungan pada teknologi, instruksi yang tidak jelas, dan de profesionalisme (Chan et al., 2020). Terlepas dari tantangan-tantangan ini, pembelajaran virtual juga menunjukkan manfaatnya. Sebuah studi tentang rotasi pengalaman praktik farmasi tingkat lanjut klinis selama COVID-19 menemukan bahwa pengalaman virtual efektif dan dinilai positif oleh mahasiswa dan pembimbing (May et al., 2022).

Studi lain menemukan bahwa realitas virtual yang imersif efektif dalam meningkatkan pengetahuan deklaratif, efikasi diri, minat, niat STEM, ekspektasi hasil, dan niat untuk mengubah perilaku (Petersen et al., 2020). Untuk mengoptimalkan pembelajaran virtual, penting untuk memberikan dukungan bagi guru dan siswa. Sebuah studi menemukan bahwa sistem dukungan profesor sangat penting bagi para pemimpin akademis, terutama dalam masa krisis, dan bahwa mengevaluasi kinerja profesor dan membedakan kinerja yang baik dan buruk di antara mereka efektif dalam memotivasi mereka dan meningkatkan akuntabilitas (Zarei & Akbari, 2021). Singkatnya, transisi menuju pembelajaran virtual memang penuh tantangan, tetapi juga menunjukkan manfaat. Memberikan dukungan bagi guru dan siswa dapat membantu mengoptimalkan pembelajaran virtual dan menjadikannya alternatif yang sukses untuk pembelajaran fisik.

Pembelajaran virtual telah menjadi norma baru dalam pembelajaran, namun bukan berarti tanpa tantangan. Tantangan pembelajaran virtual meliputi tantangan pedagogis, tantangan teknologi, tantangan manajemen waktu, tantangan lingkungan, dan tantangan psikologis (Dhakal, 2022). Sebuah studi yang dilakukan di Sabah, Malaysia, menemukan bahwa siswa menghadapi tantangan dalam pembelajaran virtual karena lingkungan belajar yang tidak kondusif, fasilitas teknologi dan komunikasi yang buruk, dan kurangnya akses ke sumber daya (Jafar et al., 2022).

Studi lain menemukan bahwa perilaku belajar siswa dan ketidaksiapan dosen, serta materi pelajaran menyebabkan penurunan efektivitas pembelajaran (Davis et al., 2022). Selain itu, kurangnya motivasi mahasiswa untuk belajar disebabkan oleh lingkungan dan karakteristik pribadi (Davis et al., 2022). Sebuah studi tentang persepsi anggota fakultas menemukan bahwa institusi pendidikan tinggi tidak sepenuhnya siap untuk memberikan penilaian yang tepat dalam lingkungan pembelajaran virtual selama karantina wilayah COVID-19, dan juga tidak memiliki mekanisme yang jelas untuk penilaian online (Sharadgah & Sa'di, 2020). Terlepas dari tantangan-tantangan ini, pembelajaran virtual juga menunjukkan manfaatnya. Sebuah studi tentang rotasi pengalaman praktik farmasi tingkat lanjut klinis selama COVID-19 menemukan bahwa pengalaman virtual efektif dan dinilai positif oleh mahasiswa dan pembimbing (Dhakal, 2022). Studi lain menemukan bahwa realitas virtual yang imersif efektif dalam meningkatkan pengetahuan deklaratif, efikasi diri, minat, niat STEM, ekspektasi hasil, dan niat untuk mengubah perilaku (Aldulaimi et al., 2022).

Teknologi Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) dapat digunakan untuk meningkatkan pembelajaran matematika untuk siswa sekolah dasar. Sebuah penelitian menyelidiki penggunaan teknologi AR untuk memberikan kuliah yang ditambah untuk mendukung siswa dalam memperoleh kompetensi kurikuler menggunakan imajinasi spasial dalam pendidikan matematika (Javaheri et al., 2022). Penelitian ini berfokus pada anak-anak sekolah dasar dan menggunakan pendekatan desain berbasis teori untuk mengembangkan lingkungan belajar berbasis AR untuk memvisualisasikan berbagai bangunan kubus 3D virtual yang diselaraskan dengan cetak biru yang sebenarnya. Lingkungan yang dirancang di evaluasi oleh sekelompok siswa kelas 1 dan 2 dalam hal kegunaan sistem, dan hasilnya menunjukkan bahwa desain berbasis teori berhasil. Penelitian lain menggunakan AR berbasis Buku Cerita dalam pembelajaran matematika untuk siswa sekolah dasar (Rahman & Wangid, 2019). Penelitian tersebut menjelaskan tahapan media pembelajaran berupa AR berbasis buku cerita pada mata pelajaran matematika khususnya materi geometri. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa AR berbasis Storybook memiliki potensi untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi geometri.

Sebuah penelitian mengembangkan media pembelajaran bangun ruang dengan teknologi AR markerless yang dapat menampilkan objek virtual tanpa kartu bertanda (Nugraha, 2020). Penelitian tersebut menggunakan siklus hidup pengembangan multimedia dan menguji coba aplikasi tersebut kepada siswa sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi tersebut berhasil membuat nilai siswa meningkat. Sebuah penelitian menggunakan aplikasi ImmersaDesk di sebuah sekolah dasar di daerah Chicago untuk melengkapi pengalaman dunia nyata dalam matematika dan fenomena ilmiah (Johnson et al., 2002).

Studi ini menemukan bahwa VR dapat berhasil menambah pendidikan ilmiah serta membantu menyamakan lingkungan belajar dengan melibatkan siswa dari semua tingkatan. Studi lain mengembangkan aplikasi pembelajaran interaktif untuk menumbuhkan minat belajar matematika di tingkat sekolah dasar dengan memanfaatkan teknologi AR (Hidayat et al., 2021; Johnson et al., 2002). Aplikasi ini memproyeksikan objek virtual secara real-time dan menguji kecepatan respons dari smartphone yang berbeda. Penelitian tersebut menemukan bahwa Smartphone Xiaomi Redmi 4 menunjukkan hasil yang lebih baik daripada smartphone lainnya. Singkat nya, teknologi VR dan AR dapat digunakan untuk meningkatkan pembelajaran matematika untuk siswa sekolah dasar. Teknologi ini dapat digunakan untuk memvisualisasikan berbagai objek 3D virtual, membuat buku cerita menjadi dinamis dan interaktif, dan menampilkan objek virtual

tanpa kartu bertanda. Teknologi ini juga dapat melengkapi pengalaman dunia nyata dan menumbuhkan minat belajar matematika.

Dalam beberapa tahun terakhir, integrasi teknologi dalam pendidikan telah mendapatkan perhatian yang signifikan, dengan virtual reality (VR) yang muncul sebagai alat yang menjanjikan untuk mengubah pengalaman belajar. Teknologi realitas virtual menawarkan lingkungan yang imersif dan interaktif yang dapat meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks (Kosutzka et al., 2019; Lai & Cheong, 2022; Legman & Gabor, 2020; Mirelman et al., 2013; Ravichandran & Mahapatra, 2023). Matematika, sebagai mata pelajaran dasar dalam pendidikan, memainkan peran penting dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan penalaran logis siswa. Namun, banyak siswa sekolah dasar yang sering mengalami kesulitan dalam mempelajari matematika karena sifatnya yang abstrak dan kurangnya pengalaman langsung.

Kabupaten Sukabumi, yang terletak di Indonesia, menghadapi tantangan serupa dalam pendidikan matematika. Meningkatkan pengalaman belajar dan meningkatkan kinerja siswa dalam matematika merupakan prioritas bagi para pemangku kepentingan pendidikan di wilayah tersebut. Oleh karena itu, mengeksplorasi dampak potensial dari penerapan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika menjadi sangat penting. Dengan menggabungkan realitas virtual ke dalam ruang kelas matematika, pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar yang imersif dan interaktif yang menawarkan representasi visual, simulasi, dan alat manipulatif, memberikan siswa kesempatan unik untuk mengeksplorasi konsep matematika dengan cara yang lebih menarik dan intuitif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki dampak penerapan teknologi virtual reality dalam pembelajaran matematika di kalangan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sukabumi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan desain penelitian dengan metode campuran, yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Komponen kuantitatif akan melibatkan penilaian pra- dan pasca-tes untuk mengukur prestasi akademik siswa dalam matematika. Komponen kualitatif akan terdiri dari wawancara dan observasi untuk mengumpulkan wawasan mendalam tentang motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika ketika menggunakan teknologi realitas virtual (Sugiyono, 2017).

Partisipan dari penelitian ini adalah siswa sekolah dasar dari Kabupaten Sukabumi. Teknik purposive sampling akan digunakan untuk memilih sampel yang representatif dari siswa yang belum pernah terpapar dengan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika mereka. Ukuran sampel akan ditentukan berdasarkan prinsip kejenuhan, untuk memastikan bahwa kejenuhan data tercapai untuk analisis data kualitatif.

Lingkungan belajar virtual reality akan dikembangkan secara khusus untuk pengajaran matematika melalui kolaborasi dengan para ahli teknologi dan pendidik matematika. Aplikasi VR akan menggabungkan simulasi interaktif, manipulasi virtual, dan representasi visual dari konsep-konsep matematika untuk memberikan pengalaman belajar yang imersif bagi siswa.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kuantitatif dari Nilai Pre-Test dan Post-Test

Analisis kuantitatif difokuskan pada perbandingan prestasi matematika siswa sebelum dan sesudah penerapan teknologi virtual reality (VR). Skor pre-test dan post-test dikumpulkan dan dianalisis menggunakan teknik statistik yang sesuai.

Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam prestasi matematika siswa setelah intervensi VR. Nilai rata-rata post-test secara signifikan lebih tinggi daripada nilai rata-rata pre-test ( $p < 0,05$ ), yang menunjukkan dampak positif dari teknologi VR terhadap prestasi akademik siswa dalam bidang matematika. Temuan ini menunjukkan bahwa sifat imersif dan interaktif dari lingkungan VR memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam tentang konsep matematika dan meningkatkan kemampuan siswa untuk menerapkannya secara efektif.

### **Analisis Kualitatif Data Wawancara dan Observasi**

Analisis kualitatif bertujuan untuk mendapatkan wawasan tentang motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika ketika memanfaatkan teknologi VR. Data yang diperoleh dari wawancara dan observasi kelas ditranskrip, diberi kode, dan dianalisis menggunakan analisis tematik.

Analisis data wawancara mengungkapkan beberapa tema utama. Pertama, siswa mengungkapkan peningkatan motivasi dan keterlibatan dalam matematika ketika menggunakan teknologi VR. Mereka melaporkan bahwa sifat imersif dan interaktif dari lingkungan virtual membuat pembelajaran matematika menjadi lebih menyenangkan dan menarik. Mereka menemukan bahwa representasi visual dan simulasi sangat membantu dalam memahami konsep-konsep abstrak dan memecahkan masalah matematika.

Kedua, siswa melaporkan rasa percaya diri dan keyakinan diri yang lebih besar dalam matematika setelah intervensi VR. Mereka merasa lebih mampu menangani tugas-tugas matematika yang menantang dan lebih berani mengambil risiko dan mengeksplorasi berbagai strategi pemecahan masalah. Sifat langsung dari VR memungkinkan mereka untuk memanipulasi objek dan ber eksperimen dengan konsep matematika, menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam dan meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam kemampuan matematika mereka.

Selain itu, siswa menunjukkan sikap positif terhadap matematika saat menggunakan teknologi VR. Mereka menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang dinamis dan interaktif, berbeda dengan persepsi mereka sebelumnya yang menganggap matematika sebagai pelajaran yang abstrak dan membosankan. Mereka menyatakan keinginan untuk terus belajar matematika melalui teknologi VR karena sifatnya yang menarik dan imersif.

Pengamatan selama instruksi matematika VR menguatkan temuan wawancara. Para siswa menunjukkan tingkat keterlibatan dan partisipasi aktif yang tinggi selama sesi VR. Mereka terlihat berkolaborasi, mendiskusikan konsep-konsep matematika, dan dengan antusias menjelajahi lingkungan virtual. Pengamatan lebih lanjut mendukung gagasan bahwa teknologi VR meningkatkan motivasi dan interaksi siswa dengan konten matematika.

Secara keseluruhan, hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa penerapan teknologi VR dalam pembelajaran matematika secara positif mempengaruhi motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika. Sifat imersif dan interaktif dari lingkungan VR memberi siswa pengalaman belajar yang unik, yang mengarah pada peningkatan kepercayaan diri, peningkatan motivasi, dan sikap positif terhadap matematika.

### **Pembahasan**

Hasil penelitian ini memberikan bukti kuat akan dampak positif dari penerapan teknologi virtual reality (VR) dalam pembelajaran matematika di kalangan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sukabumi. Analisis kuantitatif menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam prestasi matematika siswa setelah intervensi VR. Analisis kualitatif menyoroti peningkatan motivasi, keterlibatan, dan sikap positif terhadap matematika ketika memanfaatkan teknologi VR.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya tentang manfaat teknologi VR dalam pendidikan matematika. Sifat lingkungan VR yang imersif dan interaktif memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan dan berinteraksi dengan konsep-konsep matematika dengan cara yang nyata, yang mengarah pada pemahaman yang lebih dalam dan peningkatan kinerja. Pengalaman langsung dan representasi visual yang disediakan oleh teknologi VR meningkatkan penalaran spasial siswa, keterampilan pemecahan masalah, dan kepercayaan diri dalam matematika (Aydoğdu, 2022; Huang & Yang, 2020; Li et al., 2020; Paudyal et al., 2019; Qorbani et al., 2021; Zhao et al., 2017).

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di lingkungan pendidikan yang berbeda. Temuan serupa telah dilaporkan dalam penelitian yang menyelidiki dampak teknologi VR pada hasil belajar matematika, motivasi, dan keterlibatan. Efek positif dari VR pada prestasi akademik siswa, motivasi, dan sikap terhadap matematika telah diamati di berbagai kelompok usia dan tingkat pendidikan.

#### **Implikasi untuk Pendidikan Matematika**

Temuan penelitian ini memiliki implikasi yang signifikan untuk pendidikan matematika di Kabupaten Sukabumi dan sekitarnya. Integrasi teknologi VR di ruang kelas matematika sekolah dasar dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa, mendorong keterlibatan aktif, dan menumbuhkan sikap positif terhadap matematika. Sifat lingkungan VR yang imersif dan interaktif memberikan peluang untuk eksplorasi langsung, visualisasi konsep abstrak, dan pemecahan masalah secara kolaboratif.

Para pendidik dan pembuat kebijakan harus mempertimbangkan untuk memasukkan teknologi VR ke dalam kurikulum matematika, menyediakan sumber daya dan pelatihan yang diperlukan untuk para guru. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi VR dapat menjadi alat yang berharga untuk mengatasi tantangan yang sering dihadapi siswa dalam belajar matematika, seperti abstraksi dan ketidakterlibatan. Dengan memanfaatkan manfaat VR, para pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan interaktif yang memenuhi gaya belajar yang beragam dan mempromosikan pemahaman konseptual.

#### **4. KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan dampak positif dari penerapan teknologi virtual reality dalam pembelajaran matematika di kalangan siswa sekolah dasar di Kabupaten Sukabumi. Integrasi teknologi VR meningkatkan prestasi, motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika. Temuan ini menyoroti potensi VR untuk mengubah pendidikan matematika dengan memberikan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif.

Dengan merangkul teknologi VR, para pendidik dan pembuat kebijakan dapat menciptakan ruang kelas matematika yang dinamis dan menarik yang memberdayakan siswa untuk mengeksplorasi, memvisualisasikan, dan berinteraksi dengan konsep-konsep matematika dengan

cara yang bermakna. Wawasan yang diperoleh dari penelitian ini berkontribusi pada penelitian yang terus berkembang tentang integrasi teknologi yang efektif dalam pendidikan matematika dan memberikan landasan untuk praktik dan kebijakan pendidikan di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldulaimi, S. H., Abdeldayem, M. M., Jumaa, H. T., Mohamed, H. M., & Abdulrazaq, M. L. (2022). Critical Challenges of Virtual Learning Environments (VLEs) and Learning Theories. *2022 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems (ICETISIS)*, 29–36.
- Aydoğdu, F. (2022). Augmented reality for preschool children: An experience with educational contents. *British Journal of Educational Technology*, *53*(2), 326–348.
- Chan, C., Chan, V., & Tai, H. T. (2020). The impact of implementing TEAM framework towards virtual learning environment. *International Journal of Creative Multimedia*, *1*(2), 57–77.
- Davis, L., Sun, Q., Lone, T., Levi, A., & Xu, P. (2022). In the Storm of COVID-19: College Students' Perceived Challenges with Virtual Learning. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, *22*(1), 66–82.
- Dhakal, P. K. (2022). Challenges of Virtual Learning Environment in Mathematics in the Context of Nepal. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, *7*(1), 114–128.
- Hidayat, H., Sukmawarti, S., & Suwanto, S. (2021). The application of augmented reality in elementary school education. *Research, Society and Development*, *10*(3), e14910312823–e14910312823.
- Huang, P., & Yang, X. (2020). Research on the application of augmented reality technology into the educational activities of kindergarten's number concept. *Creative Education*, *11*(12), 2722–2729.
- Jafar, A., Dollah, R., Dambul, R., Mittal, P., Ahmad, S. A., Sakke, N., Mapa, M. T., Joko, E. P., Eboy, O. V., & Jamru, L. R. (2022). Virtual learning during COVID-19: Exploring challenges and identifying highly vulnerable groups based on location. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(17), 11108.
- Javaheri, H., Lehmann, J., Altmeyer, K., Müller, L. M., Brünken, R., & Lukowicz, P. (2022). Design of Augmented Reality based Environment to Promote Spatial Imagination for Mathematics Education in Elementary School. *Adjunct Proceedings of the 2022 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and the 2022 ACM International Symposium on Wearable Computers*, 274–277.
- Johnson, A., Moher, T., Cho, Y.-J., Lin, Y. J., Haas, D., & Kim, J. (2002). Augmenting elementary school education with VR. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *22*(2), 6–9.
- Kosztzka, Z., Kusnirova, A., Hajduk, M., Straka, I., Minar, M., & Valkovic, P. (2019). Gait Disorders Questionnaire—Promising Tool for Virtual Reality Designing in Patients With Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*, *10*, 1024.
- Lai, J. W., & Cheong, K. H. (2022). Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education. *IEEE Access*, *10*, 43143–43158.
- Legman, I., & Gabor, M. R. (2020). Augmented Reality technology—a sustainable element for Industry 4.0. *Acta Marisiensis. Seria Oeconomica*, *14*(2), 9–18.
- Li, N., Zhang, X., Wang, L., Zhou, S., Zhao, Y., & Xu, H. (2020). The Research and Realization of VR for The School-based Textbooks of school for the Mentally Retarded. *2020 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*, 244–248.
- May, C. C., Atyia, S. A., Hafford, A. J., & Smetana, K. S. (2022). Clinical Advanced Pharmacy Practice Experience Rotations During COVID-19: Evaluation of a Transition to Virtual Learning. *Journal of Pharmacy Practice*, 08971900221087116.
- Mirelman, A., Maidan, I., & Deutsch, J. E. (2013). Virtual reality and motor imagery: promising tools for assessment and therapy in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, *28*(11), 1597–1608.
- Nugraha, Y. B. S. (2020). *Media Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality Untuk Siswa Sekolah Dasar Dengan Metode Markerless Berbasis Android*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Paudyal, P., Banerjee, A., Hu, Y., & Gupta, S. (2019). Davee: A deaf accessible virtual environment for education. In *Proceedings of the 2019 on Creativity and Cognition* (pp. 522–526).
- Petersen, G. B., Klingenberg, S., Mayer, R. E., & Makransky, G. (2020). The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2099–2115.
- Qorbani, H. S., Arya, A., Nowlan, N., & Abdinejad, M. (2021). Simulation and Assessment of Safety Procedure

- in an Immersive Virtual Reality (IVR) Laboratory. *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 589–590.
- Rahman, H. N., & Wangid, M. N. (2019). Using Storybook-based AR in Learning Mathematics for Elementary School: How is it applied? *3rd International Conference on Current Issues in Education (ICCIE 2018)*, 220–223.
- Ravichandran, R. R., & Mahapatra, J. (2023). Virtual Reality in Vocational Education and Training: Challenges and Possibilities. *Journal of Digital Learning and Education*, 3(1), 25–31.
- Sharadgah, T. A., & Sa'di, R. A. (2020). Preparedness of institutions of higher education for assessment in virtual learning environments during the Covid-19 lockdown: Evidence of bona fide challenges and pragmatic solutions. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Zarei, A., & Akbari, N. (2021). The professor support system in reality shock transition from traditional to virtual instruction in Covid-19 pandemic. *Future of Medical Education Journal*, 11(2), 53–54.
- Zhao, J., LaFemina, P., Wallgrün, J. O., Oprean, D., & Klippel, A. (2017). iVR for the geosciences. *2017 IEEE Virtual Reality Workshop on K-12 Embodied Learning through Virtual & Augmented Reality (KELVAR)*, 1–6.