

Studi literatur: Efektivitas penggunaan *Virtual Reality* (VR) untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik dalam pembelajaran matematika

Resty Kartika Sari^{1*}, Apri Fatqurrozaq², Arum Puspa Dahayu³

^{1,2,3}Universitas Negeri Semarang

*sariestykartika@students.unnes.ac.id, apri2404@students.unnes.ac.id, arumpuspadahayu@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi di era revolusi industri 4.0 telah memberikan peluang baru untuk inovasi dalam bidang pendidikan, termasuk penggunaan *Virtual Reality* (VR) sebagai media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penggunaan VR dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik pada pembelajaran matematika serta keunggulan dan kelemahan penerapannya. Berdasarkan data dari *Program for International Student Assessment* (PISA) 2022, motivasi belajar matematika di Indonesia masih tergolong rendah. Salah satu faktor yang memengaruhi hasil belajar adalah motivasi, yang dapat ditingkatkan melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan menggunakan VR. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk menganalisis dampak teknologi VR terhadap pembelajaran. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan VR terbukti sebagai media yang efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Tidak hanya itu, penggunaan VR juga dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran, memfasilitasi pemahaman konsep matematika secara lebih visual dan realistis, serta memberikan pembelajaran yang lebih personal dan imersif. Namun, penggunaan VR juga memiliki beberapa kelemahan, seperti keterbatasan akses, biaya yang relatif mahal, dan alokasi waktu pembelajaran yang cukup banyak. Selain itu, penggunaan VR juga berisiko terhadap kesehatan jika digunakan secara berlebihan.

Kata kunci: Virtual Reality, motivasi belajar, pembelajaran matematika, inovasi pembelajaran, pendidikan matematika.

ABSTRACT

Technological advances in the Industrial Revolution 4.0 era have paved the way for educational innovations like Virtual Reality (VR) as a learning medium. This study examines VR's effectiveness in boosting students' motivation in mathematics, along with its benefits and drawbacks. Data from the 2022 PISA report shows that motivation for learning math in Indonesia is still low. Motivation, a key factor in learning outcomes, can be enhanced through more engaging and interactive experiences like VR. Using a literature study method, this research analyzes VR's impact on learning motivation and its pros and cons in educational contexts. Findings reveal that VR effectively raises motivation, fosters engagement, supports visual and realistic understanding of math concepts, and provides a personalized, immersive experience. However, VR has limitations, such as restricted access, high costs, significant time demands, and potential health risks if overused.

Keywords: Virtual Reality, learning motivation, math learning, learning innovation, math education.

Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang pesat di era revolusi 4.0 telah membawa tantangan-tantangan baru yang siap menghadang Bangsa Indonesia. Peran generasi muda Indonesia sangat diperlukan untuk menghadapi berbagai tantangan ini, terutama dalam perjalanan menuju Indonesia Emas 2045. Salah satu tantangan utama yang dihadapi bangsa saat ini adalah bagaimana menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas, kompetitif, dan terpercaya. Pendidikan memiliki peran kunci dalam hal ini. Pendidikan adalah landasan yang tak tergantikan dalam membentuk individu yang berkualitas, memiliki daya saing, dan dapat diandalkan. Melalui pendidikan, seseorang tidak hanya memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk berhasil dalam berbagai bidang, tetapi juga mengembangkan kemandirian, mendorong inovasi dan kreativitas, membangun karakter dan etika, mengurangi kesenjangan sosial, menciptakan masyarakat yang kompetitif, dan melahirkan agen-agen perubahan sosial yang efektif. Oleh karena itu, pendidikan memiliki peran vital dalam menciptakan masa depan yang lebih baik bagi individu, masyarakat, dan bangsa secara keseluruhan.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah memacu berbagai inovasi dalam bidang pendidikan, termasuk diantaranya adalah berbagai media pembelajaran yang digunakan. Dengan adanya berbagai inovasi ini, diharapkan tujuan pendidikan nasional dapat tercapai secara efektif dan hasil pembelajaran dapat dicapai peserta didik secara maksimal.

Dalam pembelajaran matematika sendiri, jika dilihat dari hasil PISA (*Program for International Student Assessment*) 2022 skor matematika peserta didik di Indonesia masih tergolong sangat rendah. Indonesia dengan skor 366 menduduki posisi ke 70 dari 81 negara, jauh dibawah skor matematika rata-rata di antara negara-negara OECD yakni 472 poin. Sementara itu, negara-negara di Asia Tenggara lain seperti Singapura (575 poin), Vietnam (469 poin), Brunei Darussalam (442 poin), Malaysia (409 poin), dan Thailand (394 poin) melesat jauh diatas Indonesia. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dkk pada tahun 2021 yang dilaksanakan di SMK SWASTA TERUNA Padang Sidempuan, didapatkan bahwa 10 dari 20 peserta didik memperoleh nilai ujian matematika yang tidak mencapai KKM yang sudah ditentukan.

Menurut Slameto (2003), salah satu faktor yang memengaruhi hasil belajar adalah motivasi belajar. Motivasi belajar merupakan suatu keadaan yang terdapat pada diri seseorang individu dimana ada suatu dorongan untuk melakukan sesuatu guna mencapai tujuan. Wina Sanjaya (2010) mengatakan bahwa proses pembelajaran motivasi merupakan salah satu aspek dinamis yang sangat penting. Sering terjadi

siswa yang kurang berprestasi bukan disebabkan oleh kemampuannya yang kurang, akan tetapi dikarenakan tidak adanya motivasi untuk belajar sehingga ia tidak berusaha untuk mengarahkan segala kemampuannya.

Dalam upaya untuk mengatasi rendahnya motivasi belajar matematika, inovasi teknologi seperti *Virtual Reality* (VR) dapat menjadi solusi yang menarik dan efektif. VR memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan interaktif, yang mampu meningkatkan minat serta motivasi peserta didik. Dengan VR, siswa dapat menjelajahi konsep-konsep matematika secara visual dan mendalam, yang memungkinkan mereka untuk memahami materi dengan cara yang lebih menyenangkan dan realistis. Selain itu, VR memungkinkan siswa untuk belajar melalui simulasi praktis, yang memberikan sensasi berada di dalam suatu lingkungan yang terkait dengan materi pembelajaran. Hal ini sangat membantu siswa dalam mengatasi kejenuhan yang sering muncul pada pembelajaran matematika konvensional. Ketika siswa merasakan pengalaman belajar yang berbeda dan lebih menarik, mereka cenderung lebih termotivasi dan terlibat secara aktif dalam proses belajar.

Maka dari itu, penulis tertarik untuk mengkaji efektivitas penggunaan *Virtual Reality* (VR) dalam meningkatkan motivasi belajar matematika. Studi ini juga akan membahas kekuatan dan kelemahan VR sebagai media pembelajaran, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai potensi serta tantangan penggunaannya dalam pendidikan.

Metode Penelitian

Dalam penulisan makalah ini, pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur. Sarwono (2006) menyatakan bahwa studi literatur yaitu pengkajian data dari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian untuk mendapatkan landasan teori dari masalah yang di akan teliti. Studi literatur disebut sebagai penelitian perpustakaan atau penelitian pustaka. Dalam tinjauan pustaka ini, penulis menjelaskan secara singkat mengenai beberapa penelitian terkait yang telah dilakukan dan relevan dengan tema yang dibahas penulis.

Penelitian terdahulu yang pertama dilakukan oleh Annajmuts Tsaaqib, Achmad Buchori, dan Dhian Endahwuri dengan judul “Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran *Virtual Reality* (VR) Pada Materi Trigonometri Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Matematika Siswa SMA” yang dipublikasikan di jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Vol 7, No 1 tahun 2022. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui motivasi belajar dan hasil belajar siswa antara pembelajaran menggunakan media pembelajaran *Virtual Reality* dengan pembelajaran tanpa media pembelajaran (konvensional) dan

mengetahui efektivitas penggunaan media pembelajaran *Virtual Reality* pada materi trigonometri terhadap motivasi hasil belajar matematika siswa SMA.

Hasil dari penelitian terkait motivasi belajar menunjukkan bahwa terdapat perbedaan motivasi belajar antara siswa yang menggunakan media pembelajaran VR dan siswa yang belajar secara konvensional. Rata-rata motivasi belajar siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada di kelas kontrol.

Perbedaan antara penulisan yang dilakukan oleh Tsaqib dkk dan penulisan ini terletak pada metode dan teknik pengumpulan data. Pada penulisan yang dilakukan oleh Tsaqib dkk menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan teknik pengumpulan data berupa angket, sedangkan pada penulisan ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan datanya berupa studi literatur. Sementara itu, persamaan antara penulisan yang dilakukan oleh Tsaqib dkk dan penulisan ini terletak pada pokok bahasan yang sama sama membahas mengenai peningkatan motivasi belajar peserta didik dengan menggunakan *Virtual Reality*.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Yi-Chen Hsu dengan judul "*Exploring the Learning Motivation and Effectiveness of Applying Virtual Reality to High School Mathematics*" yang dipublikasikan di *Universal Journal of Educational Research*, Vol 8, No 2 tahun 2020. Tujuan dari penelitian ini adalah mengintegrasikan teknologi *Virtual Reality* (VR) ke dalam pengajaran sistem persamaan linear tiga variabel pada mata pelajaran matematika di sekolah menengah atas dan mengeksplorasi motivasi belajar dan efektivitas siswa setelah penerapan pengajaran berbasis VR. Hasil dari penelitian terkait motivasi belajar menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam pengajaran matematika meningkatkan motivasi belajar siswa.

Perbedaan antara penulisan yang dilakukan oleh Yi-Chen Hsu dan penulisan ini terletak pada tujuan penulisan. Pada penulisan yang dilakukan oleh Yi-Chen Hsu meneliti motivasi dan efektivitas sebagai dua variabel berbeda yang ingin diketahui hasilnya, sedangkan pada penulisan ini mengkaji terkait efektivitas pengintegrasian VR untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik serta membahas mengenai kekuatan dan kelemahan penggunaan VR dalam pembelajaran matematika. Sementara itu, persamaan antara penulisan yang dilakukan oleh Yi-Chen Hsu dan penulisan ini terletak pada pokok bahasan yang sama-sama membahas mengenai implikasi pengintegrasian VR dalam pembelajaran matematika.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Ruijia Zou dkk dengan judul "*Empirical Study of Virtual Reality-Based Learning Approaches to Promote Motivation and Mathematical Achievement in*

Mathematics” yang dipublikasikan di *International Journal of Science, Mathematics & Technology Learning*, Vol 31, No 1 tahun 2024. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan apakah pengembangan gaya belajar panorama virtual yang berfokus pada konsep “translasi, rotasi, dan sumbu simetri gambar” dapat meningkatkan motivasi dan prestasi akademik siswa kelas tiga sekolah dasar di Cina.

Hasil dari penelitian terkait motivasi belajar menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis VR dapat meningkatkan kemahiran siswa dalam grafis dan geometri serta meningkatkan motivasi belajar mereka.

Perbedaan antara penulisan yang dilakukan oleh Ruijia Zou dkk dan penulisan ini terletak pada objek penelitiannya. Pada penulisan yang dilakukan oleh Ruijia Zou dkk meneliti efektivitas pengintegrasian *Virtual Reality* dalam pembelajaran matematika untuk jenjang sekolah dasar, sedangkan pada penulisan ini mengkaji efektivitas pengintegrasian *Virtual Reality* dalam pembelajaran matematika untuk jenjang sekolah dasar sampai sekolah menengah atas. Sementara itu, persamaan antara penulisan yang dilakukan oleh Ruijia Zou dkk dan penulisan ini terletak pada pokok bahasan yang sama sama membahas mengenai peningkatan motivasi belajar peserta didik dengan menggunakan *Virtual Reality*.

Terakhir yakni penelitian yang dilakukan oleh Yu-Sheng Su dengan judul “*Study of Virtual Reality Immersive Technology Enhanced Mathematics Geometry Learning*” yang dipublikasikan di *Journal Frontiers in Psychology*, Vol 13 tahun 2022. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dampak penggunaan sistem pembelajaran geometri matematika berbasis VR terhadap penerimaan teknologi, motivasi belajar, dan kinerja belajar siswa.

Hasil dari penelitian terkait motivasi belajar menunjukkan bahwa penggunaan sistem pembelajaran geometri berbasis VR meningkatkan motivasi belajar dan kinerja belajar siswa. Kelompok eksperimen yang menggunakan sistem ini menunjukkan hasil belajar yang lebih baik setelah menyelesaikan tugas pembelajaran, dengan siswa merasa lebih percaya diri dalam memahami materi baru.

Perbedaan antara penulisan yang dilakukan oleh Yu-Sheng Su dan penulisan ini terletak pada cakupan pokok bahasan. Pada penulisan yang dilakukan oleh Yu-Sheng Su tidak hanya meneliti peningkatan motivasi belajar dan kinerja belajar peserta didik, namun juga meneliti terkait penerimaan teknologi VR sebagai adaptasi teknologi baru dalam proses pembelajaran matematika. Sedangkan pada penulisan ini hanya ingin mengkaji terkait efektivitas pengintegrasian VR untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Sementara itu, persamaan antara penulisan yang dilakukan oleh Yu-Sheng Su dan

penulisan ini terletak pada pokok bahasan yang sama-sama membahas mengenai implikasi pengintegrasian VR dalam pembelajaran matematika kaitannya dengan motivasi belajar.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penggunaan VR dalam pembelajaran mampu membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan lebih interaktif. Pembelajaran yang menyenangkan dapat meningkatkan tingkat perhatian siswa terhadap materi yang disampaikan. Pendapat ini sejalan dengan Yi-Chen Hsu (2020) dalam penelitiannya yang menggunakan aspek motivasi belajar sebagai variabel yang diamati dalam kelas eksperimen, yakni kelas yang mengadopsi VR dalam pembelajaran matematika materi sistem persamaan linear tiga variabel. Hasil menunjukkan bahwa motivasi belajar yaitu *attention* (perhatian) mengalami peningkatan.

Efektivitas penggunaan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran matematika, terutama dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik, terjadi karena teknologi VR mampu menciptakan lingkungan belajar yang imersif dan interaktif. Lingkungan ini memungkinkan siswa untuk lebih terlibat secara visual dan emosional dalam proses pembelajaran, sehingga perhatian (*Attention*) mereka terhadap materi meningkat. VR juga membantu peserta didik untuk memahami konsep materi dengan lebih mendalam, dengan ini peserta didik menjadi lebih bersemangat untuk mengikuti pembelajaran karena mereka merasa dapat memahami materi yang diajarkan dengan baik. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh hasil penelitian yang diperoleh oleh Yu-Sheng Su dkk (2022), dalam data didapatkan bahwa terdapat peningkatan poin untuk motivasi belajar sebesar 7.30 poin ketika menggunakan VR ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem pembelajaran geometri berbasis VR berhasil meningkatkan motivasi serta performa belajar siswa. Kelompok eksperimen yang memanfaatkan teknologi ini menunjukkan peningkatan hasil belajar setelah menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran, dan siswa merasa lebih yakin dalam memahami konsep-konsep baru.

Efektivitas pengintegrasian VR dalam pembelajaran matematika ini juga dapat dilihat dari penelitian yang dilakukan oleh Tsaaqib dkk (2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata rata motivasi belajar kelas eksperimen (kelompok dengan media pembelajaran VR) lebih besar dibandingkan kelas kontrol (kelompok dengan metode pembelajaran konvensional). Hal ini menjelaskan bahwa motivasi belajar siswa menggunakan media pembelajaran *Virtual Reality* lebih tinggi dibandingkan dengan motivasi belajar siswa tanpa menggunakan media pembelajaran.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Ruijia Zou dkk (2024) juga menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis VR dapat meningkatkan kemahiran siswa dalam grafis dan geometri serta meningkatkan motivasi belajar mereka.

Selain efektivitasnya dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik dalam pembelajaran matematika, VR secara spesifik juga memiliki beragam keunggulan terkait penerapannya dalam pembelajaran matematika. Keunggulan yang pertama, penggunaan VR dapat meningkatkan keterlibatan siswa. VR membuat pembelajaran lebih interaktif dan menyenangkan, sehingga siswa lebih fokus dan terlibat dalam materi. Ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Liu dkk (2020) yang menunjukkan bahwa VR memiliki implikasi positif dalam pembelajaran sains yakni dapat meningkatkan performa akademik dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Besar kemungkinan untuk VR dapat memberikan implikasi yang serupa dalam pembelajaran matematika.

Selanjutnya, penggunaan VR dapat membantu peserta didik untuk memvisualisasikan konsep abstrak. Teknologi VR memungkinkan siswa untuk melihat konsep-konsep yang sulit dipahami secara nyata. Misalnya, dalam pelajaran geometri atau sains, siswa dapat melihat dan memanipulasi objek-objek tiga dimensi yang membantu mereka lebih mudah memahami konsep yang abstrak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lovandri dkk (2024) yang menyatakan bahwa penerapan *Virtual Reality* (VR) dalam pendidikan tidak hanya memperkaya metode pengajaran, namun juga memberi kemungkinan pada peserta didik untuk terlibat lebih dalam dengan materi melalui visualisasi yang lebih jelas dan pengalaman yang mendalam.

Tak hanya dapat membantu peserta didik untuk memvisualisasikan konsep abstrak, penggunaan VR juga dapat menciptakan pembelajaran yang lebih personal. Dengan penggunaan VR, siswa dapat belajar sesuai dengan ritme mereka sendiri karena VR dapat diadaptasi untuk memenuhi kebutuhan individu. Ini sejalan dengan pernyataan Muarif dkk (2022) yang menyatakan bahwa teknologi memungkinkan personalisasi dalam pembelajaran. Pernyataan serupa disampaikan oleh Jerald (2015) yang mengatakan bahwa teknologi memungkinkan pembelajaran yang lebih personalisasi, di mana materi ajar dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa.

Selain itu, penggunaan VR juga menciptakan pembelajaran yang imersif. Dengan mengingat bahwa VR adalah suatu teknologi yang menghadirkan dunia maya kepada penggunanya untuk mendapatkan pengalaman sesuai dengan tujuan diciptakannya dunia tersebut, siswa akan seolah-olah berada dalam lingkungan pembelajaran yang nyata, sehingga materi lebih mudah dipahami dan diingat.

Keunggulan penggunaan VR dalam pembelajaran matematika tidak dapat terlepas dari kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan saat menerapkan teknologi VR dalam proses pembelajaran. Kelemahan yang pertama yakni terkait biayanya yang relatif tinggi. Perangkat VR, seperti kacamata VR (*Cardboard*), aplikasi, dan *smartphone* yang diperlukan, masih relatif mahal. Hal ini membuat teknologi ini sulit diakses

oleh banyak sekolah, terutama di daerah dengan keterbatasan anggaran atau fasilitas. Ini sejalan dengan penelitian dari Utami dkk (2021) yang mengatakan bahwa alat alat yang diperlukan untuk menjalankan VR tergolong cukup mahal apalagi jika pembelajaran menggunakan cara kelompok, maka biaya yang dikeluarkan akan lebih tinggi lagi. Amer dan Paralez dalam Ariyanto dkk (2021) menyatakan bahwa mahalnnya sistem VR akibat biaya pengembangan dan eksperimentasi.

Selanjutnya yakni terkait risiko kesehatan. Penggunaan perangkat VR dalam waktu yang lama bisa menyebabkan efek samping seperti kelelahan mata, pusing, atau ketidaknyamanan fisik lainnya. Hal ini bisa mengganggu proses belajar jika siswa merasa tidak nyaman saat menggunakan teknologi tersebut. Penggunaan VR juga dapat membuat siswa mengalami *Cybersickness*. Pendapat di atas sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk (2021) bahwa saat menggunakan VR dapat menyebabkan kelelahan pada bahu, ketidaknyamanan saat menggunakan kacamata VR, dan teks di dalam VR juga terkadang terlalu dekat. Selain itu gerakan cepat dalam memposisikan kepala ke atas, ke bawah, dan memutar kepala dapat memicu gejala *cybersickness*.

Selain risiko kesehatan, hal yang tak kalah krusial yakni kaitannya dengan lamanya waktu yang dialokasikan untuk pembelajaran dengan penggunaan VR. Pembelajaran menggunakan VR akan memerlukan waktu yang lebih lama, ini dikarenakan siswa perlu penjelasan lebih mengenai penggunaan alat alat VR. Selain itu persiapan pengoperasian VR juga tergolong lumayan lama, apalagi jika terdapat masalah ketika pembelajaran, tentu akan memakan waktu lebih lama lagi. Keterbatasan media VR juga menjadi faktor lamanya pembelajaran karena siswa perlu bergantian jika VR yang tersedia hanya sedikit. Pendapat ini sejalan dengan penelitian Utami dkk (2021) yang mengatakan bahwa alokasi waktu yang lebih banyak diperlukan untuk mengatasi masalah teknis dalam menggunakan VR. Pada awal proses pembelajaran, guru perlu menjelaskan teknis pembelajaran dengan menggunakan VR.

Kesimpulan

Penggunaan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran matematika terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Selain efektivitasnya dalam meningkatkan motivasi belajar, VR juga memiliki keunggulan-keunggulan yang lain seperti dapat membantu meningkatkan keterlibatan peserta didik, membantu memvisualisasikan konsep abstrak, dan menciptakan pembelajaran yang lebih personal dan imersif. Namun perlu diingat bahwa penerapan VR pun tak dapat terlepas dari berbagai kelemahan seperti biayanya yang relatif tinggi, risiko kesehatan, dan lamanya alokasi pembelajaran yang diperlukan.

Beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan. Pertama, penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan aspek aksesibilitas dan inklusi dengan mencari solusi untuk mengurangi biaya penggunaan VR dan meningkatkan ketersediaan teknologi ini di sekolah-sekolah, terutama di daerah terpencil. Penelitian bisa meneliti alternatif yang lebih terjangkau atau strategi penggunaan VR yang tidak memerlukan perangkat mahal namun tetap dapat memberikan pengalaman belajar yang imersif.

Kedua, seiring dengan potensi yang ditawarkan oleh teknologi VR, penting untuk mengeksplorasi pengaruh jangka panjang penggunaan VR terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. Penelitian longitudinal dapat memberikan wawasan lebih mendalam tentang bagaimana penggunaan VR dalam waktu yang lebih lama dapat mempengaruhi sikap dan keterampilan siswa.

Ketiga, penelitian juga dapat menyoroti pentingnya pelatihan bagi guru dalam menggunakan VR sebagai alat pembelajaran. Mengembangkan program pelatihan yang memadai dapat memastikan bahwa guru memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk memanfaatkan teknologi ini secara efektif. Dengan demikian, penelitian di masa depan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap inovasi pendidikan di era Revolusi Industri 4.0.

Daftar Pustaka

- Ariyanto, M. D., Purwandi, A. W., & Anshori, M. A. (2021). Rancang Bangun Sistem Virtual Reality Nirkabel Berbasis WLAN. *Journal of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, 11(3), 151-154.
- Hidayat, R., Siregar, E., & Elindra, R. (2022). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RENDAHNYA KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK DI SMK SWASTA TERUNA PADANGSIDIMPUAN. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 5(3), 114-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.37081/mathedu.v5i3.3944>
- Hsu, Y. C. (2020). Exploring the learning motivation and effectiveness of applying Virtual Reality to high school mathematics. *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 438-444.
- Jerald, J. (2015). *"The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality."* Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive Virtual Reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034–2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Muarif, J. A., Jihad, F. A., Alfadli, M. I., & Setiabudi, D. I. (2022). Hubungan Perkembangan Teknologi AI Terhadap Pembelajaran Mahasiswa. Seroja: *Jurnal Pendidikan*, 1(2), 117-127.
- OECD (2023), *"Executive Summary"*, in PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/daff08b1-en>
- Putra, L. D., Shiddiq, A. J., Khafi, I., & Nugroho, B. (2024). Integrasi Teknologi Immersive learning Dalam Pembelajaran Sekolah Dasar. *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 4(2), 218-230.
- Ruijia, Z., Talib, O., Burhanuddin, N., Aimi, N., Wenling, L., & Xutao, L. (2024). An Empirical Study of Virtual Reality-Based Learning Approaches to Promote Motivation and Mathematical Achievement in Mathematics. *International Journal of Science, Mathematics & Technology Learning*, 31(1).
- Sanjaya, Wina. (2010). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta : Prenada Media Group
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Slameto. (2003). *Belajar & Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Su, Y. S., Cheng, H. W., & Lai, C. F. (2022). Study of Virtual Reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. *Frontiers in Psychology*, 13, 760418.
- Tsaaqib, A., Buchori, A., & Endahwuri, D. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Reality (Vr) Pada Materi Trigonometri Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Matematika Siswa SMA. *JIPMat*, 7(1), 11-19.
- Utami, L. P. R. A., Suwastini, N. K. A., Dantes, G. R., Suprihatin, C. T., & Adnyani, K. E. K. (2021). Virtual reality for supporting authentic learning in 21st century language classroom. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 18(1), 132-141.