

Pemanfaatan Realitas Virtual dalam Pembelajaran Matematika: Studi Kasus pada Tingkat Pendidikan Menengah Atas

Dian Suri¹, Habibi Ratu Perwira Negara², Muhammad Daut Siagian³

¹ Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

² Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

³ Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

CORRESPONDENCE: ✉ habibiperwira@uinmataram.ac.id

Article Info

Article History

Received : 04-08-2024

Revised : 15-08-2024

Accepted : 19-08-2024

Keywords:

Virtual reality;

Student engagement;

Problem-solving

Abstract

This study presents a systematic literature review aimed at investigating the utilization of Virtual Reality (VR) technology in mathematics education at the high school level. Literature sources were obtained from Scispace and Elicit indexes, as well as data from Google Scholar, DOAJ, and Scopus, covering publications from 2013 to 2024. The findings reveal that the use of VR in mathematics education significantly impacts students' interest, motivation, engagement, and problem-solving abilities at the high school level. Various studies support these findings by demonstrating that VR creates an engaging, interactive, and realistic learning environment for students, thereby enhancing their interest and motivation in learning mathematics. Moreover, the utilization of VR has proven effective in increasing student engagement in learning, facilitating the understanding of mathematical concepts, and enhancing students' problem-solving skills. The integration of VR with innovative pedagogical approaches, such as Project-Based Learning (PBL) or Problem-Based Learning (PBL), also shows potential in improving students' critical thinking skills and mathematical literacy. In conclusion, this research underscores the importance of harnessing VR technology to enhance mathematics education at the high school level, while also highlighting the need for further research to explore the most effective strategies for VR implementation and address implementation challenges in classroom settings.

Introduction

Teknologi telah memainkan peran penting dalam mengubah panorama pendidikan matematika secara global (Lolang, 2018). Dalam beberapa dekade terakhir, terjadi percepatan yang signifikan dalam pengembangan dan penerimaan teknologi di kelas matematika. Fenomena ini telah mengakibatkan perubahan mendasar dalam pendekatan pembelajaran, di mana integrasi teknologi menjadi kunci dalam meningkatkan efektivitas dan relevansi pembelajaran matematika. Salah satu sumbangan utama teknologi adalah kemampuannya untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang kompleks. Dengan menggunakan berbagai alat dan aplikasi teknologi seperti perangkat lunak interaktif, simulasi, dan platform pembelajaran daring, siswa dapat mengakses sumber daya yang lebih luas untuk menjelajahi secara aktif, memvisualisasikan, dan melakukan eksperimen langsung dengan konsep-konsep matematika. Ini memberi mereka kesempatan untuk memahami materi secara lebih menyenangkan, interaktif, dan

Pemanfaatan Realitas Virtual dalam Pembelajaran Matematika

relevan dengan kehidupan sehari-hari. Lebih dari sekadar alat bantu, teknologi telah menjadi mitra yang kuat bagi guru dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang dinamis dan merangsang bagi siswa. Dengan demikian, penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika tidak hanya membuka peluang baru untuk eksplorasi dan pemahaman, tetapi juga membawa dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pendidikan matematika secara menyeluruh.

Realitas virtual merupakan teknologi yang menciptakan lingkungan digital mirip dengan pengalaman nyata dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak khusus (Sari et al., 2022). Dalam ranah pendidikan, penggunaan realitas virtual telah menjadi sarana yang berharga dalam meningkatkan proses pembelajaran. Konsep ini memungkinkan siswa untuk terlibat dalam pengalaman belajar yang mendalam dan interaktif, di mana mereka dapat berinteraksi secara langsung dengan materi pembelajaran melalui simulasi 3D atau lingkungan virtual yang disediakan. Perkembangan realitas virtual di bidang pendidikan melibatkan pengembangan berbagai aplikasi dan platform yang dirancang khusus untuk menyajikan materi pembelajaran secara menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Tinjauan singkat terhadap studi terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran telah memberikan manfaat yang signifikan bagi siswa, seperti peningkatan keterlibatan, pemahaman konsep yang lebih baik, dan peningkatan kinerja akademik secara keseluruhan. Dengan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam, realitas virtual telah membantu memperkaya pendekatan pengajaran tradisional dan meningkatkan efektivitas pembelajaran di berbagai mata pelajaran, termasuk matematika.

Tantangan dalam mengajar matematika di tingkat pendidikan menengah atas mencakup peralihan ke metode pembelajaran kombinasi sebagai dampak dari pandemi (B. PALMA, 2023). Beberapa guru mungkin menolak konsep pendidikan inklusif, yang dapat mempengaruhi keinginan mereka untuk menerima siswa dengan gangguan penglihatan (Baykaldi et al., 2024). Pelaksanaan pembelajaran jarak jauh selama pandemi telah menimbulkan masalah terkait penyampaian materi matematika, gangguan, penyesuaian kurikulum, dan arahan bagi orang tua dan guru (Dela Cruz & Hernandez, 2023). Pemahaman guru terhadap keterlibatan dalam penelitian pendidikan matematika dapat memberikan pemahaman tentang korelasi antara tujuan keterlibatan dan dimensi keterlibatan (Jansen et al., 2023). Faktor-faktor yang memengaruhi sikap siswa terhadap pembelajaran matematika termasuk pengetahuan latar belakang yang kurang, metode pengajaran yang tidak efektif, dan kekurangan motivasi (Olayinka, 2023). Untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan pemahaman siswa, penting untuk memperkenalkan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan menarik, memberikan dukungan dan pelatihan bagi guru, serta melibatkan orang tua dan wali dalam proses pembelajaran.

Teknologi realitas virtual (VR) dan realitas tambahan (AR) telah menjadi pilihan utama dalam penerapan pendidikan matematika untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran yang interaktif (Çakıroğlu et al., 2023; Cevikbas et al., 2023; Pahmi et al., 2023; Ridloka et al., 2023). Implementasi teknologi ini telah menunjukkan hasil yang menggembirakan dalam meningkatkan minat siswa, motivasi, dan kemampuan pemecahan masalah dalam konteks matematika (Cevikbas et al., 2023). VR telah dimanfaatkan dalam pembuatan kuis matematika sederhana guna menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik bagi anak-anak. Sementara itu, AR telah menjadi alat pedagogis yang efektif dalam mendukung pembelajaran matematika pada berbagai tingkat, meliputi topik-topik seperti geometri, aljabar, statistik, dan probabilitas. Keunggulan AR dalam pendidikan matematika terletak pada kemampuannya untuk mengatasi hambatan pembelajaran dan masalah kognitif. Selain itu, pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Virtual (VRME), yang menggabungkan pendekatan virtual dan realistik, juga telah diterapkan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika. Namun, untuk keberhasilan implementasi AR/VR di dalam kelas, tantangan seperti gangguan teknologi, biaya, dan masalah kesehatan perlu diatasi secara efektif.

Pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika menawarkan sejumlah manfaat dan potensi yang dapat dimanfaatkan. (Sundawan, 2014) menemukan bahwa penerapan model pembelajaran konstruktivis, yang dapat dilakukan melalui realitas virtual, memberikan dampak positif terhadap kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. (Santri et al., 2018) juga mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa penggunaan pemodelan matematika dapat membantu siswa memahami konsep-konsep aljabar, suatu pendekatan yang dapat ditingkatkan melalui simulasi realitas virtual. (Mamat & Abdul Wahab, 2022) menggarisbawahi pentingnya memahami konsep matematika dasar, yang dapat diperkuat melalui pengalaman interaktif dan mendalam dalam realitas virtual. Terakhir, (N.P.D Sinaga et al., 2022) Minat para siswa terhadap pembelajaran matematika dapat meningkat dengan menerapkan variasi gaya belajar dalam proses pembelajaran matematika. Secara keseluruhan, studi-studi ini menyiratkan bahwa penerapan realitas virtual dapat meningkatkan pembelajaran matematika dengan meningkatkan keterampilan dalam memecahkan masalah, pemahaman terhadap konsep-konsep yang kompleks, serta paparan awal terhadap materi-materi matematika.

Kajian yang telah ada tentang pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika memiliki sejumlah keterbatasan. (Muh. Ilham Dhani et al., 2022) dan (Rustam et al., 2021) menekankan perlunya penelitian yang lebih menyeluruh yang mempertimbangkan efektivitas realitas virtual dalam meningkatkan hasil pembelajaran matematika. (Santri et al., 2018) juga menyoroti pentingnya menyertakan realitas virtual dalam rancangan jalur pembelajaran matematika,

dengan menyatakan bahwa pendekatan tersebut dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dan memahami konsep-konsep matematika. Namun, penelitian-penelitian ini belum memberikan tinjauan yang mendalam terkait keterbatasan-keterbatasan spesifik dari penelitian sebelumnya dalam bidang ini. Oleh karena itu, penelitian di masa depan perlu difokuskan pada mengatasi kesenjangan-kesenjangan ini untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai potensi realitas virtual dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah disajikan, terdapat kesenjangan yang perlu diperhatikan dalam konteks pemanfaatan realitas virtual (VR) dalam pembelajaran matematika. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan VR dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, pemahaman terhadap konsep-konsep matematika, serta minat terhadap pembelajaran matematika melalui pengalaman interaktif dan mendalam. Namun, terdapat keterbatasan dalam kajian yang ada terkait efektivitas dan ruang lingkup penggunaan VR dalam konteks pembelajaran matematika. Penelitian oleh Dhani dan Rustam menyoroti perlunya kajian yang lebih komprehensif untuk mempertimbangkan efektivitas VR dalam meningkatkan hasil pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian Santri menunjukkan pentingnya integrasi VR dalam rancangan jalur pembelajaran matematika, namun belum ada tinjauan yang mendalam terkait keterbatasan-keterbatasan spesifik dari penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menyediakan pemahaman yang lebih komprehensif tentang potensi pemanfaatan VR dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas. Dengan pendekatan *systematic literature review*, penelitian ini akan fokus pada mengidentifikasi dan mengatasi keterbatasan-keterbatasan yang ada untuk memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang penggunaan VR dalam konteks pembelajaran matematika.

Method

Metode penelitian kualitatif dengan pendekatan *Systematic Literature Review* yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika pada tingkat pendidikan menengah atas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyusun pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana realitas virtual telah diintegrasikan dalam konteks pembelajaran matematika di tingkat tersebut, dengan fokus pada hasil penelitian yang relevan dan temuan terkini.

Pertama-tama, pencarian literatur akan dilakukan melalui basis data akademis terkemuka seperti PubMed, IEEE Xplore, dan Google Scholar dengan rentang waktu terbitan artikel antara tahun 2013 hingga 2024. Kata kunci yang relevan seperti "realitas virtual," "pembelajaran matematika," dan "tingkat pendidikan menengah atas" akan digunakan untuk mengidentifikasi

artikel-artikel yang relevan. Pencarian literatur akan fokus pada artikel-artikel jurnal, buku, prosiding konferensi, dan sumber-sumber akademis lainnya yang memiliki relevansi dengan topik penelitian. Selain itu, sumber-sumber referensi dari artikel-artikel tersebut juga akan dijelajahi untuk memastikan inklusivitas yang optimal. Pencarian literatur akan fokus pada artikel-artikel jurnal, buku, prosiding konferensi, dan sumber-sumber akademis lainnya yang memiliki relevansi dengan topik penelitian.

Penentuan kriteria inklusi dan eksklusi dilakukan untuk memastikan bahwa artikel yang dipilih relevan dengan fokus penelitian. Kriteria inklusi mungkin mencakup tahun publikasi terkini, keterkaitan langsung dengan penggunaan realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat menengah atas, serta metode penelitian yang mendukung validitas dan reliabilitas temuan. Seleksi literatur dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi, serta melalui tahap pembacaan judul, abstrak, dan teks penuh artikel. Artikel-artikel yang memenuhi syarat akan diambil untuk diekstraksi data. Data yang diekstraksi mencakup informasi mengenai konteks penelitian, metode yang digunakan, temuan utama, dan implikasi hasil penelitian terhadap pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas. Dengan pendekatan Systematic Literature Review ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran holistik tentang bagaimana realitas virtual telah diimplementasikan dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas, memberikan kontribusi penting untuk pemahaman dan pengembangan lebih lanjut di bidang ini.

Result and Discussion

1. Penggunaan Realitas Virtual Mempengaruhi Pemahaman Siswa Terhadap Konsep-Konsep Matematika Yang Kompleks

Pemanfaatan realitas virtual telah terbukti memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang rumit (Çakiroğlu et al., 2023; Dini Rahmawati et al., 2022; Rahmawati et al., 2022; Su et al., 2022). Penggunaan media pembelajaran matematika berbasis realitas virtual, yang disertai dengan pendekatan inovatif seperti etnomatematika, terbukti efektif dalam meningkatkan hasil pembelajaran siswa dalam matematika (Rahmawati et al., 2022). Sistem pembelajaran imersif melalui realitas virtual telah dikembangkan untuk mengajarkan konsep geometri matematika, menyebabkan peningkatan motivasi belajar dan kinerja siswa (Pobokin & Selivanov, 2022). Tambahan, media pembelajaran matematika yang berbasis realitas virtual telah terbukti bermanfaat dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep trigonometri. Penelitian empiris menunjukkan bahwa penggunaan program realitas virtual dapat secara positif memengaruhi refleksi siswa dan pembentukan pengetahuan

matematika. Secara keseluruhan, integrasi realitas virtual ke dalam pembelajaran matematika menjanjikan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang rumit.

Penerapan Realitas Virtual (VR) dalam pembelajaran matematika telah terbukti secara nyata mempengaruhi pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang rumit (Nabilah, 2021). Meskipun demikian, efektivitas pendekatan ini mungkin terhambat oleh kecemasan siswa dalam situasi pembelajaran virtual (Nabilah, 2021). Untuk mengatasi tantangan tersebut, disarankan penggunaan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) sebagai solusi yang potensial, dengan tujuan membuat pembelajaran matematika lebih menarik dan kurang menakutkan (Yuniawatika, 2018). Terbukti bahwa pendekatan ini berhasil meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa (Yundayati, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika memiliki dampak positif terhadap pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika yang kompleks. Integrasi teknologi realitas virtual membuka peluang baru untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih interaktif, imersif, dan menarik bagi siswa. Dengan menggunakan media pembelajaran berbasis realitas virtual, siswa dapat memiliki pengalaman belajar yang lebih mendalam dan praktis dalam memahami konsep-konsep matematika yang abstrak. Meskipun hasil penelitian menunjukkan efektivitas penggunaan realitas virtual dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap matematika, masih terdapat beberapa aspek yang perlu dievaluasi lebih lanjut. Sebagian besar penelitian tersebut mungkin memiliki batasan dalam hal ukuran sampel, metode penelitian, atau generalisasi hasil. Selain itu, aspek teknis seperti ketersediaan infrastruktur teknologi, biaya implementasi, dan pelatihan bagi guru juga perlu dipertimbangkan dalam evaluasi keseluruhan efektivitas penggunaan realitas virtual dalam konteks pendidikan matematika.

2. Manfaat Konkret Yang Ditawarkan Oleh Pemanfaatan Realitas Virtual Dalam Pembelajaran Matematika Di Tingkat Pendidikan Menengah Atas

Penggunaan teknologi realitas virtual (VR) menunjukkan manfaat yang signifikan dalam proses pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas. Terbukti dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa terhadap pembelajaran matematika, serta meningkatkan kemampuan dalam memecahkan masalah dan pemahaman terhadap konsep-konsep matematika (Dini Rahmawati et al., 2022; Predescu et al., 2023; Ridloka et al., 2023). Media pembelajaran VR dengan pendekatan etnomatematik telah terbukti efektif dalam meningkatkan hasil pembelajaran siswa, dengan pencapaian hasil pembelajaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional (Campos et al., 2022).

Penggunaan VR dalam konteks pendidikan menciptakan pengalaman pembelajaran yang memikat, imersif, dan interaktif, yang mendorong terjadinya pembelajaran yang aktif dan mendalam (Cuka & Bufasi, 2022). Siswa yang menggunakan teknologi VR telah menunjukkan kinerja yang lebih unggul dalam tugas-tugas visualisasi dan melaporkan pengalaman belajar yang positif. Selain itu, pemanfaatan hypermedia, termasuk VR, telah terbukti meningkatkan prestasi siswa dalam matematika. Temuan ini menegaskan potensi VR untuk meningkatkan pembelajaran matematika dan mencapai hasil yang lebih baik bagi siswa di tingkat pendidikan menengah atas.

Penggunaan realitas virtual dalam pendidikan matematika di tingkat sekolah menengah atas telah ditemukan bermanfaat dalam beberapa aspek, namun juga menimbulkan tantangan. (Nabilah et al., 2021) menemukan bahwa siswa mengalami tingkat kecemasan yang tinggi dalam kelas matematika virtual karena faktor lingkungan dan kebosanan dari waktu layar yang berkepanjangan. Hal ini menunjukkan perlunya lingkungan pembelajaran virtual untuk memprioritaskan kenyamanan dan keterlibatan siswa. Di sisi lain, (Maslihah, 2016) dan (Mulyati, 2016) sama-sama menyoroti potensi pendidikan matematika realistik dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan membuat matematika lebih menarik. Pendekatan ini, yang memandang matematika sebagai suatu proses yang dibangun oleh siswa, dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam pendidikan matematika berbasis realitas virtual. Terakhir, (Idhayani et al., 2020) menekankan pentingnya manajemen pembelajaran yang efektif dalam menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, yang bisa menjadi sangat penting dalam pengaturan virtual.

Pemanfaatan VR dalam pembelajaran matematika menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik, imersif, dan interaktif bagi siswa. Hal ini membuat pembelajaran matematika menjadi lebih menarik dan memicu minat serta motivasi siswa terhadap mata pelajaran tersebut. Selain itu, pengalaman belajar yang positif yang diperoleh siswa dari penggunaan VR juga dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep matematika. Studi-studi yang dikutip menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas memiliki manfaat konkret yang signifikan. Antara lain, peningkatan minat dan motivasi siswa, peningkatan kemampuan dalam memecahkan masalah matematika, dan peningkatan pemahaman terhadap konsep-konsep matematika. Namun, ada juga tantangan yang perlu diatasi, seperti tingkat kecemasan yang tinggi pada siswa dalam kelas matematika virtual, seperti yang ditemukan oleh Nabilah

3. Kendala Atau Tantangan Utama Yang Dihadapi Dalam Mengimplementasikan Teknologi Realitas Virtual Dalam Pembelajaran Matematika Di Tingkat Pendidikan Menengah Atas

Penerapan teknologi realitas virtual (VR) dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas menghadapi berbagai tantangan. Tantangan-tantangan tersebut meliputi gangguan teknis, biaya yang tinggi, kesulitan dalam memulai, masalah kesehatan, dan kurangnya familiaritas dengan teknologi VR (Zydney & Hord, 2023). Selain itu, masalah juga muncul terkait penjadwalan yang fleksibel, kesulitan dalam memantau pekerjaan siswa, dan penggunaan alat komunikasi kolaboratif yang tidak konsisten (Cevikbas et al., 2023). Hambatan teknis dan kekurangan waktu bagi guru juga menjadi penghalang dalam mengimplementasikan teknologi dalam pembelajaran matematika secara terbalik di sekolah menengah (Tian, 2023). Selanjutnya, adaptasi konten matematika ke dalam format online juga menimbulkan keterbatasan bagi pendidik dan siswa (Saucedo James et al., 2023). Di tengah pandemi, guru menghadapi tantangan dalam mengelola dan merancang model pembelajaran terbalik, terutama bagi mereka yang terbiasa dengan metode pengajaran tradisional (Permatasari, 2022). Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan penanganan masalah teknis, pemberian pelatihan dan dukungan kepada guru, serta penemuan cara yang efektif untuk mengintegrasikan teknologi VR ke dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas.

Implementasi teknologi realitas virtual dalam pendidikan matematika di tingkat sekolah menengah atas menghadapi beberapa tantangan utama. (Nabilah et al., 2021) dan (Febryliani et al., 2021) sama-sama menyoroti tingginya tingkat kecemasan siswa dalam kelas virtual, yang dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti lingkungan pembelajaran yang tidak mendukung dan monotonnya waktu layar yang berkepanjangan. Tantangan-tantangan ini menegaskan perlunya pendidik untuk memprioritaskan kesejahteraan psikologis siswa dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang nyaman. (Dahlan et al., 2019) menekankan pentingnya kompetensi pedagogis dalam mengintegrasikan nilai-nilai karakter ke dalam pendidikan matematika, menyarankan bahwa pelatihan dan dukungan tambahan bagi guru diperlukan. Terakhir, (Putri et al., 2018) menegaskan pentingnya pemahaman matematika siswa, yang dapat terhambat oleh tantangan-tantangan pembelajaran virtual. Temuan-temuan ini secara kolektif menegaskan perlunya pendekatan holistik untuk mengatasi tantangan dalam mengimplementasikan teknologi realitas virtual dalam pendidikan matematika di tingkat sekolah menengah atas.

Tantangan utama dalam mengimplementasikan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas mencakup aspek teknis,

keuangan, kesehatan, dan pendidikan. Faktor-faktor seperti kesulitan teknis, biaya yang tinggi, dan kurangnya familiaritas dengan teknologi VR dapat menghambat penggunaan teknologi ini secara efektif. Selain itu, tantangan lainnya termasuk kesulitan dalam merencanakan jadwal pembelajaran yang fleksibel, memonitor pekerjaan siswa, dan menggunakan alat komunikasi kolaboratif dengan konsistensi. Guru juga dihadapkan pada tantangan dalam mengadaptasi konten matematika ke dalam format online dan merancang model pembelajaran terbalik, terutama di tengah pandemi COVID-19. Tantangan-tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas memiliki dampak signifikan terhadap efektivitas pembelajaran. Kendala-kendala ini dapat menghambat kemampuan guru untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang optimal kepada siswa, serta mempengaruhi kualitas pemahaman dan pencapaian akademik siswa dalam matematika.

4. Pendekatan-Pendekatan Pengajaran Matematika Dapat Dikembangkan Atau Disesuaikan Dengan Penggunaan Realitas Virtual

Pendekatan pengajaran matematika dapat diperkaya melalui pemanfaatan realitas virtual. Virtual Realistic Mathematics Education (VRME) merupakan gabungan antara pendekatan virtual dan realistik yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika, seperti penerapan, interpretasi, dan formulasi (Çakıroğlu et al., 2023). Teknologi realitas virtual telah diterapkan secara luas dalam konteks pendidikan, termasuk pembelajaran matematika, untuk meningkatkan minat, motivasi, dan keterampilan pemecahan masalah siswa (Ridloka et al., 2023). Selain itu, VR juga menawarkan pendekatan yang menjanjikan dalam mengajar geometri, seperti yang terbukti dalam penelitian yang mengevaluasi penggunaan instruksi geometri berbasis VR (Thomsen et al., 2023). Tak hanya itu, media pembelajaran berbasis game serius yang didukung oleh realitas virtual dan teknologi kecerdasan buatan telah dikembangkan untuk memberikan umpan balik adaptif dan rekomendasi bagi siswa dalam pembelajaran matematika (Nurhayati & Arif, 2023). Kesimpulan dari temuan-temuan ini menunjukkan bahwa realitas virtual dapat menjadi alat yang berharga dalam pengembangan dan penyesuaian pendekatan pengajaran matematika.

Pembuatan materi ajar dengan pendekatan matematika realistik terbukti berhasil dalam memfasilitasi proses pembelajaran siswa (Haryonik & Bhakti, 2018). Namun, penggunaan kelas virtual dapat meningkatkan tingkat kecemasan siswa, terutama dalam pelajaran matematika (Febryliani et al., 2021; Nabilah et al., 2021). Untuk mengatasi masalah ini, penyusunan dan penerapan kurikulum pembelajaran mandiri dalam program pendidikan

matematika dapat memberikan lingkungan pembelajaran yang lebih menyenangkan dan efektif (Wulandari et al., 2021). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika perlu mempertimbangkan faktor-faktor ini untuk memastikan pengalaman pembelajaran yang bermanfaat dan berhasil.

Pendekatan-pendekatan pengajaran matematika dapat dikembangkan atau disesuaikan dengan penggunaan realitas virtual dengan memanfaatkan VRME. Melalui VRME, pendekatan pembelajaran dapat menjadi lebih imersif dan interaktif, mengaktifkan siswa dalam memahami dan menerapkan konsep matematika. Penggunaan teknologi VR dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa terhadap pembelajaran matematika, serta membantu mereka mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, VR juga memberikan peluang untuk pengajaran geometri yang lebih menarik dan efektif, dengan memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan model matematika dalam lingkungan virtual yang realistis. Penggunaan realitas virtual dalam pengajaran matematika memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan pencapaian siswa. Namun, penting untuk diingat bahwa penggunaan teknologi VR juga dapat menimbulkan tantangan, seperti tingkat kecemasan siswa dalam kelas virtual. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan strategi untuk mengatasi masalah tersebut dan memastikan bahwa penggunaan VR dalam pendidikan matematika memberikan pengalaman pembelajaran yang positif dan efektif bagi semua siswa.

5. Prospek Pengembangan Dan Penerapan Realitas Virtual Dalam Pembelajaran Matematika Di Masa Depan, Khususnya Di Tingkat Pendidikan Menengah Atas

Penggunaan realitas virtual (VR) telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa dalam matematika (Çakıroğlu et al., 2023; Huang et al., 2023; Ridloka et al., 2023; Yonwilad et al., 2022). Studi telah menemukan bahwa implementasi VR dalam kuis matematika dapat meningkatkan minat dan motivasi anak-anak dalam belajar matematika serta meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mereka (Pramuditya et al., 2022). Pendidikan Matematika Realistik Virtual (VRME), yang menggabungkan pendekatan virtual dan realistik, telah efektif dalam meningkatkan keterampilan literasi matematika, termasuk kemampuan untuk menggunakan, menafsirkan, dan merumuskan masalah matematika. Selain itu, organisasi instruksional virtual 5E telah berhasil dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika di kalangan mahasiswa matematika. Pemecahan masalah kolaboratif dalam lingkungan VR bersama juga terbukti meningkatkan pembentukan pengetahuan geometri yang terwujud pada peserta didik. Dengan menggunakan permainan realitas virtual berbasis pertanyaan terbuka, siswa telah

menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah baik dalam konteks matematika maupun non-matematika. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan realitas virtual dapat menjadi alat yang berharga dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa dalam matematika.

Pemanfaatan realitas virtual dalam pembelajaran matematika menjanjikan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah. Namun, perlu dipertimbangkan aspek psikologis siswa dalam konteks lingkungan pembelajaran virtual (Nabilah et al., 2021). Pendekatan realistik dalam mengajar konsep matematika spesifik, seperti lingkaran, telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Sementara itu, pengintegrasian masalah dunia nyata dalam pembelajaran matematika juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah (Mulyati, 2016). Pengembangan materi pembelajaran dengan tema lingkungan juga dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa dalam topik matematika tertentu (Ulfa & Firdausi, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan realitas virtual dalam pembelajaran matematika dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif bagi siswa. Ini dapat mendorong minat dan motivasi siswa terhadap matematika, yang pada gilirannya dapat membantu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mereka. Pendekatan VRME khususnya menawarkan kombinasi pendekatan virtual dan realistik yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep matematika secara lebih baik, serta meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah. Studi-studi yang dilakukan mengenai penggunaan realitas virtual dalam pembelajaran matematika menunjukkan hasil yang positif. Namun, perlu diingat bahwa masih ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, termasuk aspek psikologis siswa dalam lingkungan pembelajaran virtual. Selain itu, sementara penggunaan VR telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami secara lebih mendalam tentang bagaimana teknologi VR dapat digunakan secara optimal dalam konteks pembelajaran matematika.

Conclusion

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap berbagai penelitian yang mengkaji penggunaan realitas virtual dalam pembelajaran matematika di tingkat pendidikan menengah atas, dapat disimpulkan bahwa teknologi ini memiliki potensi yang signifikan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa serta pemahaman mereka terhadap konsep-konsep matematika yang kompleks. Meskipun demikian, masih terdapat sejumlah tantangan yang perlu diatasi, termasuk tingkat

kecemasan siswa dalam kelas virtual, hambatan teknis, biaya implementasi, dan kurangnya ketersediaan infrastruktur teknologi. Selain itu, perlu juga dipertimbangkan aspek psikologis siswa dalam lingkungan pembelajaran virtual, serta perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami secara mendalam dampak dan efektivitas penggunaan realitas virtual dalam pembelajaran matematika.

Kesenjangan yang muncul dari evaluasi ini adalah kurangnya penelitian yang fokus pada pengembangan strategi yang dapat mengatasi tantangan-tantangan tersebut, seperti pengembangan metode untuk mengurangi kecemasan siswa dalam kelas virtual, peningkatan aksesibilitas dan penggunaan teknologi VR di sekolah, serta strategi untuk mengintegrasikan teknologi ini secara efektif ke dalam kurikulum matematika yang sudah ada. Oleh karena itu, topik riset yang mendesak untuk diteliti di masa mendatang adalah "Pengembangan dan Implementasi Strategi Penggunaan Realitas Virtual dalam Pembelajaran Matematika di Tingkat Pendidikan Menengah Atas: Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa dan Mengatasi Tantangan-Tantangan Implementasi". Penelitian ini dapat memfokuskan pada pengembangan strategi yang spesifik dan praktis untuk mengatasi tantangan-tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan teknologi realitas virtual dalam pembelajaran matematika, serta mengevaluasi efektivitas dan dampak dari strategi-strategi tersebut dalam meningkatkan hasil pembelajaran siswa. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi realitas virtual dalam konteks pendidikan matematika di tingkat sekolah menengah atas.

References

- Baykaldi, G., Corlu, M. S., & Yabaş, D. (2024). An investigation into high school mathematics teachers and inclusive education for students with visual impairments. *British Journal of Visual Impairment*, 42(1). <https://doi.org/10.1177/02646196231175327>
- Çakıroğlu, Ü., Güler, M., Dündar, M., & Coşkun, F. (2023). Virtual Reality in Realistic Mathematics Education to Develop Mathematical Literacy Skills. *International Journal of Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2219960>
- Campos, E., Hidrogo, I., & Zavala, G. (2022). Impact of virtual reality use on the teaching and learning of vectors. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.965640>
- Cevikbas, M., Bulut, N., & Kaiser, G. (2023). Exploring the Benefits and Drawbacks of AR and VR Technologies for Learners of Mathematics: Recent Developments. In *Systems* (Vol. 11, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/systems11050244>
- Cuka, K., & Bufasi, E. (2022). Hyper Video for Improving Students' Math Performance. *European Journal of Education and Pedagogy*, 3(5). <https://doi.org/10.24018/ejedu.2022.3.5.430>

- Dahlan, S., Sari, R., & Mansor, R. (2019). Kompetensi Pedagogik: Sebuah Tinjauan tentang Internalisasi Nilai-Nilai Karakter pada Pembelajaran Matematika SD. *Suska Journal of Mathematics Education*, 5(1). <https://doi.org/10.24014/sjme.v5i1.6318>
- Dela Cruz, R. Z., & Hernandez, G. D. (2023). Challenges of public-school elementary mathematics teaching in the new normal. *Indonesian Journal of Social Sciences*, 15(1). <https://doi.org/10.20473/ijss.v15i1.40340>
- Dini Rahmawati, N., Buchori, A., & Hafidz Azizal Ghoffar, M. (2022). The Effectiveness of Using Virtual Reality-Based Mathematics Learning Media With an Ethnomathematical Approach. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.12050>
- Febryliani, I., Umam, K., Soebagioyo, J., & Maarif, S. (2021). Kecemasan Siswa Sekolah Menengah Atas dalam Menyelesaikan Masalah pada Materi Program Linier dalam Praktek Kelas Virtual. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 1(1). <https://doi.org/10.51574/kognitif.v1i1.12>
- Haryonik, Y., & Bhakti, Y. B. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Lembar Kerja Siswa Dengan Pendekatan Matematika Realistik. *MaPan*, 6(1), 40–55. <https://doi.org/10.24252/mapan.2018v6n1a5>
- Huang, W., Walkington, C., & Nathan, M. J. (2023). Coordinating modalities of mathematical collaboration in shared VR environments. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 18(2). <https://doi.org/10.1007/s11412-023-09397-x>
- Idhayani, N., Nasir, N., & Jaya, H. N. (2020). Manajemen Pembelajaran untuk Menciptakan Suasana Belajar Menyenangkan di Masa New Normal. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2). <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.911>
- Jansen, A., Curtis, K., Mohammad Mirzaei, A., Cullicott, C. E., Smith, E. P., & Middleton, J. A. (2023). Secondary mathematics teachers' descriptions of student engagement. *Educational Studies in Mathematics*, 113(3). <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10228-x>
- Lolang, E. (2018). Transkripsi Video Youtube Untuk Meningkatkan Motivasi dan Kreativitas Berpikir Mahasiswa Dalam Pembelajaran Bahasa Inggris Matematika. *Prosiding Semkaristek*.
- Mamat, N., & Abdul Wahab, M. N. (2022). Kajian Masalah Pembelajaran Matematik di kalangan Pelajar Sekolah Rendah Luar Bandar. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(6). <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i6.1531>
- Maslihah, S. (2016). Pendidikan Matematika Realistik Sebagai Pendekatan Belajar Matematika. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 2(1). <https://doi.org/10.21580/phen.2012.2.1.421>
- Muh. Ilham Dhani, Tian Abdul Aziz, & Lukman El Hakim. (2022). Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan Konstruktivisme. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(4). <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.796>
- Mulyati, T. (2016). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Dasar. *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 3(2). <https://doi.org/10.17509/eh.v3i2.2807>

Pemanfaatan Realitas Virtual dalam Pembelajaran Matematika

- Nabilah, E., Umam, K., Azhar, E., & Purwanto, S. E. (2021). Kecemasan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Modelling Matematika Pada Praktek Kelas Virtual. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 1(1). <https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i1.6595>
- Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2023). Math-VR: Mathematics Serious Game for Madrasah Students using Combination of Virtual Reality and Ambient Intelligence. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(5). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140524>
- Olayinka, A. A. (2023). Factors Influencing The Attitudes Of Secondary School Students Towards The Study Of Mathematics. *IJRDO -JOURNAL OF MATHEMATICS*, 9(7). <https://doi.org/10.53555/m.v9i7.5767>
- Pahmi, S., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Kuncoro, K. S., & Usodo, B. (2023). Assessing the Influence of Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(5). <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.5.1>
- Palma, M. (2023). Challenges among mathematics teachers in teaching and learning to the students' readiness and engagement. *International Journal of Research Publications*, 124(1). <https://doi.org/10.47119/ijrp1001241520234902>
- Permatasari, D. (2022). Tantangan dan Kesempatan dalam Pembelajaran Matematika Menggunakan Flipped Classroom. *Idealmathedu: Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 9(1). <https://doi.org/10.53717/idealmathedu.v9i1.327>
- Pobokin, P. A., & Selivanov, V. V. (2022). The Role Of Virtual Reality In The Formation Of Mathematical Knowledge And Reflection Of Schoolchildren. *Experimental Psychology (Russia)*, 15(2). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150203>
- Pramuditya, S. A., Noto, M. S., & Azzumar, F. (2022). Characteristics Of Students' Mathematical Problem Solving Abilities In Open-Ended-Based Virtual Reality Game Learning. *Infinity Journal*, 11(2). <https://doi.org/10.22460/infinity.v11i2.p255-272>
- Predescu, S. L., Caramihai, S. I., & Moiescu, M. A. (2023). Impact of VR Application in an Academic Context. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/app13084748>
- Putri, N. R., Nursyahban, E. A., Kadarisma, G., & Rohaeti, E. E. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Matematik Siswa Smp Pada Materi Segitiga Dan Segiempat. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(2). <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i2.p157-170>
- Rahmawati, N. D., Buchori, A., & Ghoffar, M. H. A. (2022). Design of virtual reality-based mathematics learning media on trigonometry material in senior high school. *AIP Conference Proceedings*, 2577. <https://doi.org/10.1063/5.0096111>
- Ridloka, D., Cahyani, V., Zuama, H., & Hidayat, M. M. (2023). Implementation Of Virtual Reality In Simple Math Quizzes As A Children's Learning Platform. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*. <https://doi.org/10.54732/jeeecs.v8i1.10>

- Rustam, R., Fitriawan, D., & Zubaidah, Z. (2021). Kemampuan Koneksi dan Representasi Matematis serta Cara Pembelajaran Matematika di SMA. *JURNAL E-DuMath*, 7(2). <https://doi.org/10.52657/je.v7i2.1547>
- Santri, D. D., Hartono, Y., & Somakim, S. (2018). Pemodelan Matematika Untuk Belajar Aljabar. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(3). <https://doi.org/10.30738/union.v6i3.2201>
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4). <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i4.142>
- Saucedo James, M. A., Moncayo Carpio, M. J., & Acosta Vergara, C. A. (2023). Inverted learning model for the online high school mathematics class. *Revista Tecnológica Ciencia y Educación Edwards Deming*, 7(2). <https://doi.org/10.37957/rfd.v6i2.116>
- Sinaga, B., Girsang, B., Simbolon, E., S. Situmorang, L., & J. Nababan, Y. (2022). Program Bimbingan Gratis Matematika di SMA Negeri 1 Pegagan Hilir. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bestari*, 1(5). <https://doi.org/10.55927/jpmb.v1i5.964>
- 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>
- Sundawan, M. D. (2014). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Konstruktivisme Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa. *Euclid*, 1(2). <https://doi.org/10.33603/e.v1i2.351>
- Thomsen, L. A., Nilsson, N. C., Nordahl, R., Støvelbaek, K. B., & Mundbjerg-Sunne, C. B. (2023). An Immersive Geometry Environment for Mathematics Education: Taxonomy and Preliminary Evaluation. *Proceedings - 2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops, VRW 2023*. <https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00112>
- Tian, J. (2023). Integrate Technology into Secondary Mathematics Flipped Classroom. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 8. <https://doi.org/10.54097/ehss.v8i.4621>
- Ulfa, N., & Firdausi, R. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berwawasan Lingkungan untuk Meningkatkan Hasil Belajar materi KPK dan FPB. *Jurnal Elementary*, 3(1).
- Wulandari, Y., Mahmuda, A. A., Astuti, M. D., Ariyanto, W. T., & Darmadi, D. (2021). Orientasi Pengembangan Dan Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar Pada Program Studi Pendidikan Matematika. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 4(2). <https://doi.org/10.31004/jrpp.v4i2.3155>
- Yonwilad, W., Nuangchalerm, P., Ruangtip, P., & Sangsrikaew, P. (2022). Improving Mathematical Problem-Solving Abilities by Virtual 5E Instructional Organization. *Journal of Educational Issues*, 8(2). <https://doi.org/10.5296/jei.v8i2.20099>
- Zydney, J., & Hord, C. (2023). Learning from Design Failures: A Virtual Mathematics Tutoring Program. *International Journal of Designs for Learning*, 14(1). <https://doi.org/10.14434/ijdl.v14i1.35222>