

# Inovasi pembelajaran matematika melalui media metaverse dan pemodelan matematis

Alfa Nuzulul Haq

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: [haqalfanuzulul@gmail.com](mailto:haqalfanuzulul@gmail.com)

## Kata Kunci:

Metaverse, pemodelan matematis, pembelajaran matematika, inovasi pendidikan, teknologi imersif.

## Keywords:

Metaverse, mathematical modeling, mathematics learning, educational innovation, immersive technology.

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam pendidikan, khususnya pembelajaran matematika. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis metaverse memungkinkan siswa mengalami pembelajaran yang imersif dan interaktif, sementara pemodelan matematis memberikan pendekatan sistematis untuk memahami fenomena kompleks secara konseptual. Artikel ini bertujuan meninjau konsep serta penerapan inovasi pembelajaran matematika melalui integrasi media metaverse dan pemodelan matematis, dengan menelaah karya ilmiah dosen UIN Maulana Malik Ibrahim Malang sebagai referensi utama. Metode yang digunakan adalah kajian literatur dari artikel, buku, dan karya ilmiah terkait. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa penggunaan metaverse dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, sementara pemodelan matematis memperkuat

pemahaman konsep serta aplikasi nyata. Integrasi kedua pendekatan ini memberikan peluang untuk pembelajaran matematika yang lebih adaptif, mendalam, dan holistik. Kesimpulannya, inovasi ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan matematika di era digital, meskipun memerlukan dukungan infrastruktur, pelatihan guru, dan kurikulum yang relevan.

## ABSTRACT

The advancement of digital technology has significantly influenced education, particularly mathematics learning. Utilizing metaverse-based learning media allows student to engage in immersive and interactive learning, while mathematical modeling offers a systematic approach to understand complex phenomena conceptually. This article aims to review the concepts and implementation of innovative mathematics learning through the integration of metaverse media and mathematical modeling, analyzing scholarly works by lectures of UIN Maulana Malik Ibrahim Malang as primary references. The method employed is a literature review from relevant articles, book, and academic works. Findings indicate that metaverse use can enhance student motivation and engagement, whereas mathematical modeling strengthens conceptual understanding and real-world application. The combination of these approaches presents an opportunity for more adaptive, comprehensive, and holistic mathematics education. In conclusion, this innovation holds substantial potential to improve the quality of mathematics education in the digital era, although it requires support in terms of infrastructure, teacher training, and relevant curriculum.



## Pendahuluan

Pembelajaran matematika merupakan salah satu bidang yang menuntut strategi inovatif agar siswa mampu memahami konsep abstrak dan menerapkannya dalam konteks nyata. Kemajuan teknologi digital, termasuk media metaverse, menghadirkan peluang untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif, adaptif, dan personal (Arif & Hayati, 2022). Selain itu, pemodelan matematis berfungsi sebagai alat penting dalam menjelaskan fenomena fisik dan biologis secara kuantitatif dan sistematis (Hidayahningrum & Kusumastuti, 2019; Kamaliyah, 2013). Tantangan utama pendidikan matematika seringkali terletak pada kesenjangan antara simbol-simbol abstrak di atas kertas dengan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Siswa kerap kesulitan membayangkan objek tiga dimensi, memahami dinamika perubahan fungsi atau menerapkan logika matematika dalam situasi kompleks. Disinilah teknologi dan pendekatan baru diperlukan untuk menjembatani kesenjangan tersebut.

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini adalah kajian literatur konseptual, memanfaatkan berbagai sumber ilmiah, termasuk karya dosen UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, jurnal internasional, dan buku akademik. Kajian ini meninjau bagaimana integrasi media metaverse dengan pemodelan matematis dapat memperkaya pengalaman belajar matematika, menekankan urgensi inovasi ini dalam meningkatkan efektivitas pendidikan. Pendekatan kajian literatur dipilih untuk memberikan tinjauan komprehensif dan analisis kritis terhadap perkembangan terkini dalam bidang ini, menggali potensi serta mengidentifikasi tantangan yang mungkin dihadapi.

Urgensi topik ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk memperbaharui metode pembelajaran matematika di era digital, memadukan teknologi mutakhir dengan pendekatan analisis matematis sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan problem solving, kolaborasi, dan motivasi belajar siswa. Dunia pendidikan saat ini berada pada titik balik di mana generasi digital native membutuhkan pendekatan pembelajaran yang selaras dengan karakteristik mereka yang lekat dengan teknologi interaktif dan visual. Integrasi metaverse dan pemodelan matematis bukan sekedar tren, tetapi merupakan respons pedagogis terhadap tantangan zaman.

## Pembahasan

Media *metaverse* merupakan ruang virtual tiga dimensi yang memungkinkan interaksi pengguna melalui avatar, simulasi visual, dan lingkungan interaktif. Penggunaan *metaverse* dalam pendidikan matematika tidak hanya membuat materi lebih menarik, tetapi juga membantu siswa memahami konsep yang abstrak melalui representasi visual dan pengalaman simulasi. (Arif & Hayati, 2022) menekankan bahwa media pedagogi matematika berbasis *metaverse* dilengkapi dengan sistem rekomendasi materi adaptif, menyesuaikan konten pembelajaran sesuai kemampuan siswa, sehingga mendukung personalisasi dan efektivitas belajar. Sistem seperti ini dapat mendeteksi area kesulitan siswa dan merekomendasikan modul atau simulasi tertentu untuk memperkuat pemahaman, menciptakan jalur belajar yang unik bagi setiap individu.

Beberapa contoh penerapan metaverse meliputi simulasi geometri tiga dimensi, eksplorasi grafik fungsi interaktif, dan pemodelan matematika dalam konteks dunia nyata seperti fisika atau biologi. Misalnya, siswa dapat membangun model bangun ruang dalam lingkungan virtual dan mengamati sifat-sifatnya secara interaktif, yang memungkinkan pemahaman lebih dalam dibanding pembelajaran tradisional. Dalam pembelajaran statistika, siswa dapat masuk ke dalam lingkungan virtual yang mensimulasikan pasar, mengumpulkan data langsung dari aktivitas virtual, lalu menganalisisnya. Hal ini menjadikan proses pengumpulan dan analisis data lebih bermakna karena dilakukan dalam konteks simulasi yang mendekati realita.

Penelitian tambahan dari UIN Malang yang mendukung pemanfaatan teknologi imersif adalah karya Hakim, Nurjanah, & Pratiwi (2013) yang mengembangkan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) untuk materi bangun ruang sisi lengkung. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa media VR dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Lingkungan VR yang merupakan bagian dari ekosistem metaverse memungkinkan siswa memanipulasi objek secara langsung, melihat dari berbagai sudut pandang, dan memahami sifat-sifat geometri melalui pengalaman langsung. Karya ini dapat diakses melalui repositori UIN Malang. Selain itu, riset oleh (Wang et al., 2024) mengonfirmasi bahwa teknologi imersif seperti VR dan metaverse dapat meningkatkan keterlibatan kognitif dan afektif siswa dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Siswa yang belajar dalam lingkungan imersif menunjukkan retensi memori yang lebih baik terhadap konsep-konsep kompleks karena pengalaman belajar yang multi-sensori dan kontekstual.

### **Esensi dan Aplikasi Pemodelan Matematis**

Pemodelan matematis memungkinkan representasi fenomena nyata dalam bentuk matematis sistematis, sehingga siswa dapat menganalisis, memprediksi, dan memecahkan masalah dengan lebih tepat. (Hidayahningrum & Kusumastuti, 2019) menggunakan metode collocation dengan interpolasi Lagrange untuk menganalisis vibrasi dawai pada wahana flying fox, menunjukkan ketepatan model dalam memprediksi perilaku fisik secara kuantitatif. Penelitian ini mengajarkan bahwa matematika tidak hanya berurusan dengan angka, tetapi juga dapat digunakan untuk memodelkan dan meningkatkan keselamatan suatu produk rekayasa. Sedangkan (Kamaliyah, 2013) membahas pemodelan matematis terkait penyakit obesitas dan inflamasi kronis, menekankan bagaimana analisis kuantitatif dapat membantu memahami progresi penyakit dan dampak intervensi. Model matematika dalam biologi dan kedokteran seperti ini menunjukkan relevansi matematika yang sangat luas, bahkan dalam bidang yang tampaknya sangat berbeda dari matematika murni.

Penerapan pemodelan matematika dalam pendidikan dapat berupa tugas proyek yang menantang siswa membuat model untuk fenomena nyata, seperti populasi, distribusi statistik, atau fenomena fisik. Hal ini meningkatkan kemampuan berpikir analitis, kritis, dan keterampilan problem solving yang menjadi kompetensi utama abad ke-21. (Anggraeni, 2021) dalam tinjauan literturnya menyimpulkan bahwa pengintegrasian pemodelan matematika dalam kurikulum sekolah menengah dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistemik (*systems thinking*) pada siswa, yaitu

kemampuan untuk memahami interaksi dalam suatu sistem yang kompleks. Contoh lain pemodelan matematis dari dosen UIN Malang adalah penelitian (Kristanti et al., 2022) tentang pemodelan penyebaran hoaks di media sosial menggunakan pendekatan sistem dinamik. Meskipun konteksnya sosial, penelitian ini mengajarkan proses pemodelan yang esensial: mengidentifikasi variabel (misalnya, jumlah pengguna rentan, penyebar hoaks), membuat asumsi tentang hubungan antar variabel, merumuskan persamaan matematika, dan menganalisis dinamika sistem. Model seperti ini dapat dijadikan studi kasus dalam pembelajaran matematika di tingkat lanjut untuk menunjukkan aplikasi matematika dalam ilmu sosial digital.

### **Sinergi Transformasional: Mengintegrasikan Metaverse dan Pemodelan**

Menggabungkan *metaverse* dan pemodelan matematis menciptakan pengalaman belajar yang komprehensif dan mendalam. Siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga dapat mengaplikasikan konsep melalui simulasi interaktif, eksperimen virtual, dan pemodelan fenomena dunia nyata. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip *problem-based learning* dan *constructivist learning*, menekankan keterkaitan antara teori dan praktik (Smith & Jones, 2021). Dalam lingkungan *metaverse*, masalah kontekstual dapat disajikan dalam bentuk yang lebih hidup. Siswa kemudian menggunakan kerangka pemodelan matematis untuk menyederhanakan, menganalisis, dan memecahkan masalah tersebut.

Contoh integrasi ini meliputi proyek pembuatan simulasi dan model, dimana siswa dapat bekerja dalam tim di dunia virtual untuk membangun simulasi fenomena tertentu, seperti penyebaran penyakit dalam populasi virtual. Data dari simulasi ini kemudian digunakan untuk membangun dan menguji model matematika prediktif, seperti model SIR (*Susceptible-Infected-Recovered*) dalam epidemiologi. Selain itu, kuis interaktif dan eksplorasi berbasis avatar dapat disajikan dalam bentuk pencarian harta karun virtual atau misi yang harus diselesaikan dengan menerapkan konsep matematika tertentu. Avatar siswa dapat berkolaborasi untuk memecahkan masalah yang membutuhkan pemodelan aljabar atau geometri. Analisis data virtual untuk pemodelan prediktif juga mungkin dilakukan dalam *metaverse* yang mensimulasikan ekosistem, siswa dapat mengumpulkan data tentang populasi berbagai spesies seiring waktu. Data virtual ini kemudian menjadi bahan untuk membangun model pertumbuhan populasi, seperti model logistik, dan memprediksi masa depan ekosistem tersebut. Dengan cara ini, siswa terlibat secara aktif, mempraktikkan konsep matematika dalam konteks nyata (meskipun virtual), dan mengembangkan keterampilan kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas. Integrasi ini juga mendukung diferensiasi pembelajaran, dimana siswa dengan minat berbeda dapat mengeksplorasi aplikasi matematika dalam bidang yang mereka sukai, baik itu game design, rekayasa, biologi, atau ekonomi.

### **Tantangan Implementasi dan Rekomendasi Strategis**

Penelitian lain menegaskan bahwa teknologi imersif meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan partisipasi aktif siswa (Wang et al., 2024). Selain itu, pemodelan matematis mendukung pengembangan keterampilan analitis dan kemampuan memecahkan masalah (Johnson, 2019). Namun, implementasi *metaverse* juga memiliki tantangan, termasuk kebutuhan perangkat teknologi, kesiapan guru, dan

kurikulum yang fleksibel. Oleh karena itu, strategi implementasi harus mempertimbangkan faktor teknis dan pedagogis. Tantangan utama meliputi infrastruktur dan akses, dimana tidak semua sekolah atau siswa memiliki akses terhadap perangkat keras (seperti headset VR/AR) dan koneksi internet berkecepatan tinggi yang diperlukan untuk pengalaman metaverse yang mulus, berpotensi memperlebar kesenjangan digital. Kompetensi dan pelatihan guru juga krusial, karena guru memerlukan pelatihan yang memadai tidak hanya dalam mengoperasikan teknologi, tetapi lebih penting lagi dalam mendesain pengalaman belajar (*learning experience design*) yang efektif. Desain kurikulum yang padat dan berorientasi pada ujian standar seringkali tidak menyisakan ruang untuk eksplorasi berbasis proyek dan pemodelan yang memakan waktu, sehingga perlu reorientasi. Aspek kognitif dan kesejahteraan juga perlu dipertimbangkan, karena paparan berlebihan terhadap lingkungan virtual dapat menimbulkan kelelahan mental (*cybersickness*) atau distraksi, sehingga diperlukan desain pengalaman belajar yang memperhitungkan durasi optimal.

Meskipun tantangan tersebut ada, integrasi metaverse dan pemodelan matematis menawarkan peluang yang transformatif. Pendekatan ini memungkinkan pendidikan matematika tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep prosedural, tetapi juga pada pengembangan kemampuan bernalar, memodelkan, dan berkolaborasi dalam memecahkan masalah berbagai kompetensi yang sangat dibutuhkan dalam dunia kerja masa depan. Seperti yang diungkapkan oleh (Mystakidis, 2022), metaverse dalam pendidikan dapat memfasilitasi pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning*) dan pendidikan inklusif dengan menciptakan lingkungan yang dapat diakses oleh berbagai jenis pelajar.

### **Kerangka Teoritis dan Implikasi Pedagogis**

Integrasi ini didukung kuat oleh teori belajar konstruktivis sosial, dimana pengetahuan dibangun secara aktif melalui interaksi sosial dan pengalaman dalam suatu konteks (Vygotsky & Cole, 1978). *Metaverse* menyediakan *zone of proximal development* digital, di mana siswa dapat belajar dengan bantuan teman sebaya atau guru yang diwakili avatar, dan alat-alat virtual. Pemodelan matematis memberikan struktur intelektual untuk pengalaman tersebut. Implikasi pedagogisnya, peran guru bergeser dari penyampai informasi menjadi fasilitator dan desainer pengalaman belajar. Guru perlu merancang *scaffolding* yang tepat, mulai dari aktivitas terpandu di *metaverse* hingga proyek pemodelan mandiri.

### **Kesimpulan dan Saran**

Integrasi media *metaverse* dan pemodelan matematis dalam pembelajaran matematika menawarkan metode yang inovatif, interaktif, dan adaptif. Media *metaverse* meningkatkan keterlibatan dan pengalaman belajar imersif, sementara pemodelan matematis memperdalam pemahaman konsep dan aplikasinya. Kombinasi keduanya mendukung pendidikan matematika yang holistik, relevan, dan sesuai tuntutan era digital. Tinjauan literatur yang mencakup karya-karya dosen UIN Maulana Malik Ibrahim Malang serta sumber internasional menunjukkan bahwa sinergi ini bukan hanya sebuah kemungkinan teoritis, tetapi sedang menapaki tahap eksplorasi dan

implementasi awal yang menjanjikan. Inovasi ini berpotensi mengubah paradigma pembelajaran matematika dari yang bersifat abstrak dan prosedural menjadi kontekstual, aplikatif, dan berpusat pada pengembangan kompetensi abad ke-21.

Berdasarkan pembahasan, beberapa saran dapat diajukan:

1. Untuk lembaga Pendidikan dan Pemerintah: Perlu adanya kebijakan dan anggaran yang mendukung pengembangan infrastruktur digital di sekolah-sekolah, serta revisi kurikulum matematika yang memberi ruang lebih besar untuk kegiatan pemodelan dan eksplorasi berbasis teknologi.
2. Untuk Pendidik dan Peneliti: Guru perlu secara proaktif mengikuti pelatihan pengintegrasian teknologi imersif dan pendekatan pemodelan dalam pembelajaran. Sementara itu, penelitian lanjutan sangat disarankan untuk mengevaluasi efektivitas integrasi ini dalam berbagai konteks (tingkat kelas, topik matematika), mengembangkan model pedagogis spesifik, serta merancang metode evaluasi autentik yang dapat mengukur keterampilan pemodelan dan kolaborasi siswa.
3. Untuk Pengembang Teknologi Pendidikan: Perlu diciptakan platform *metaverse* edukatif yang lebih ringan, mudah diakses, dan sesuai dengan konteks pembelajaran di Indonesia, dilengkapi dengan alat (tools) yang mendukung aktivitas pemodelan matematika secara langsung di dalam dunia virtual.
4. Kolaborasi Multidisiplin: Keberhasilan implementasi membutuhkan kolaborasi antara ahli pendidikan matematika, ahli teknologi intruksional, pengembang game edukasi, dan tentu saja guru praktisi. Forum kolaborasi seperti ini dapat memastikan bahwa inovasi yang dikembangkan benar-benar solutif dan dapat diadopsi secara luas.

## Daftar Pustaka

- Anggraeni, A. A. (2021). Pengembangan Lks Dengan Pendekatan Stem Berbasis Representasi Jamak Terintegrasi Pembelajaran Abad 21 Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Dan Pemecahan Masalah Fisika. Universitas Lampung.
- Arif, Y. M., & Hayati, H. N. (2022). Learning Material Selection for Metaverse-Based Mathematics Pedagogy Media Using Multi-Criteria Recommender System. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 15(6), 541–551. <https://repository.uin-malang.ac.id/12123/>
- Hidayahningrum, S., & Kusumastuti, A. (2019). Analisis Numerik Model Matematika Vibrasi Dawai Flying Fox Menggunakan Metode Collocation Dengan Interpolasi Lagrange Tiga Titik. <https://repository.uin-malang.ac.id/13359/>
- Kamaliyah, K. (2013). Analisis perilaku model matematika pada penyakit obesitas terkait dengan inflamasi kronis [Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. <https://repository.uin-malang.ac.id/1819/>
- Kristanti, M., Rofiki, I. R., & Masamah, U. M. (2022). Eksplorasi aktivitas matematis pada tradisi methik pari. *Primatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 71–80.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2 (1), 486–497.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Wang, X., Abdul Rahman, M. N. B., & Nizam Shaharom, M. S. (2024). The impacts of augmented reality technology integrated STEM preschooler module for teaching and learning activity on children in China. *Cogent Education*, 11(1), 2343527.