E-ISSN: 2579-9258
P-ISSN: 2614-3038
Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume 10, Nomor 03, Agustus-November 2026, pp. 2125-2137

Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam Pembelajaran Matematika: Rekonstruksi Ontologi Hibrida, Epistemologi Dialogis-Imersif, dan Aksiologi Kritis-Kultural

Ira Asyura[1]✉, Syaad Patmanthara[2]

[1] Program Studi Doktor Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5, Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia
[2] Program Studi Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5, Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia
ira.asyura.2603119@students.um.ac.id

Abstract

The development of digital technology, artificial intelligence, and immersive learning has created new opportunities to integrate culture, mathematics, and STEM into meaningful learning environments. However, the philosophical foundations underlying the relationship among culture, mathematics, digital technology, artificial intelligence, and immersive learning remain underexplored. This study aimed to reconstruct the ontological, epistemological, and axiological foundations of the Ethno-STEM Immersive Learning Model in mathematics education. The study employed a qualitative-conceptual approach using philosophical inquiry and philosophical reconstruction. Data were obtained from literature related to ethnomathematics, STEM education, philosophy of mathematics education, educational technology, artificial intelligence, and immersive learning, and were analyzed through ontological, epistemological, and axiological perspectives. The findings revealed three main philosophical constructs. First, a hybrid ontology that integrates cultural reality, mathematical abstraction, digital representation, and immersive learning experiences. Second, an immersive-dialogic epistemology that explains knowledge construction through interactions among cultural experiences, mathematical exploration, technological mediation, and reflection. Third, a critical-cultural axiology that integrates epistemic, cultural, ethical, and transformative values. These findings provide a philosophical foundation for the development of culturally responsive and technology-enhanced mathematics learning, while contributing a conceptual framework for the implementation of the Ethno-STEM Immersive Learning Model.

Keywords: Ethno-STEM Immersive Learning, Mathematics Education, Hybrid Ontology, Immersive-Dialogic Epistemology, Critical-Cultural Axiology

Abstrak

Perkembangan teknologi digital, kecerdasan buatan, dan immersive learning membuka peluang baru untuk mengintegrasikan budaya, matematika, dan STEM dalam lingkungan pembelajaran yang bermakna. Namun, landasan filosofis yang menjelaskan hubungan antara budaya, matematika, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif masih belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis Model Etno-STEM Immersive Learning dalam pendidikan matematika. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif-konseptual melalui philosophical inquiry dan philosophical reconstruction. Data diperoleh dari literatur mengenai etnomatematika, pendidikan STEM, filsafat pendidikan matematika, teknologi pendidikan, kecerdasan buatan, dan immersive learning, kemudian dianalisis melalui perspektif ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Hasil penelitian menghasilkan tiga konstruk filosofis utama. Pertama, ontologi hibrida yang mengintegrasikan realitas budaya, abstraksi matematis, representasi digital, dan pengalaman belajar imersif. Kedua, epistemologi dialogis-imersif yang menjelaskan konstruksi pengetahuan melalui interaksi pengalaman budaya, eksplorasi matematis, mediasi teknologi, dan refleksi. Ketiga, aksiologi kritis-kultural yang mengintegrasikan nilai epistemik, kultural, etis, dan transformatif. Temuan ini memberikan fondasi filosofis bagi pengembangan pembelajaran matematika berbasis budaya dan teknologi serta menawarkan kerangka konseptual bagi implementasi Model Etno-STEM Immersive Learning.

Kata kunci: Etno-STEM Immersive Learning, Pembelajaran Matematika, Ontologi Hibrida, Epistemologi Dialogis-Imersif, Aksiologi Kritis-Kultural

Copyright (c) 2026 Ira Asyura, Syaad Patmanthara

✉ Corresponding author: Ira Asyura
Email Address: ira.asyura.2603119@students.um.ac.id (Jl. Semarang Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia)
Received 22 October 2026, Accepted 10 November 2026, Published 10 November 2026
DoI: https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i3.5615

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan kecerdasan buatan telah mengubah cara peserta didik

memperoleh dan membangun pengetahuan. Dalam konteks pendidikan matematika, perubahan tersebut menuntut hadirnya pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan prosedur, tetapi juga mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan keterkaitan dengan kehidupan nyata (Gravemeijer et al., 2017). Namun demikian, matematika masih sering dipersepsikan sebagai pengetahuan yang abstrak dan terpisah dari pengalaman sosial maupun budaya peserta didik.

Salah satu pendekatan yang berkembang untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah ethnomathematics. Perspektif ini memandang matematika sebagai aktivitas manusia yang berkembang dalam konteks budaya tertentu sehingga budaya dapat dijadikan sumber belajar yang bermakna (D'Ambrosio & Rosa, 2017). Sejalan dengan itu, filsafat pendidikan matematika menegaskan bahwa cara memandang hakikat matematika akan memengaruhi tujuan, proses, dan praktik pembelajaran yang dikembangkan (Ernest et al., 2016; Ernest, 2018). Oleh karena itu, integrasi budaya dalam pembelajaran matematika tidak hanya memiliki relevansi pedagogis, tetapi juga memiliki landasan filosofis yang kuat.

Perkembangan pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) semakin memperluas upaya menghubungkan pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata. Integrasi indigenous knowledge dalam STEM dilaporkan mampu meningkatkan relevansi pembelajaran, memperkuat identitas budaya, dan menjembatani hubungan antara pengetahuan ilmiah dan pengalaman peserta didik (Matindike & Ramdhany, 2025). Selain itu, hubungan antara budaya, komunitas, dan pengalaman belajar juga dipandang penting dalam pengembangan pendidikan matematika berbasis STEM (Nicol et al., 2023). Dalam konteks tersebut, pendekatan Etno-STEM berkembang sebagai upaya mengintegrasikan budaya lokal dan pembelajaran STEM dalam satu kerangka pembelajaran yang kontekstual. Selain berfungsi sebagai konteks pembelajaran, budaya juga berperan dalam membentuk cara peserta didik mengonstruksi dan memaknai konsep matematis yang relevan dengan kehidupan mereka (Rosa & Orey, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan Etno-STEM mulai dipadukan dengan teknologi digital. Pembelajaran digital berbasis Etno-STEM memungkinkan artefak budaya tidak hanya digunakan sebagai konteks pembelajaran, tetapi juga ditransformasikan menjadi sumber eksplorasi konsep matematika dan STEM melalui lingkungan belajar interaktif (Asyura et al., 2025). Perkembangan teknologi visualisasi dinamis seperti GeoGebra semakin mendukung proses tersebut karena memungkinkan peserta didik mengeksplorasi objek matematis secara interaktif dan representasional (Gökçe & Güner, 2022).

Perkembangan tersebut mendorong lahirnya berbagai inovasi pembelajaran berbasis Etno-STEM. Salah satu penelitian yang menunjukkan hasil menjanjikan adalah pengembangan *Hy MAI*, sebuah platform pembelajaran yang mengintegrasikan artefak budaya lokal, visualisasi matematis, dan teknologi interaktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa platform tersebut berpotensi meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa sekaligus memperkuat keterhubungan antara matematika dan budaya (Asyura et al., 2026). Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi budaya dan teknologi dapat

menciptakan lingkungan belajar matematika yang lebih kontekstual dan bermakna.

Di sisi lain, perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) dan *immersive learning* membuka peluang baru dalam pembelajaran matematika. AI dapat dimanfaatkan sebagai fasilitator pembelajaran melalui pemberian umpan balik dan dukungan personalisasi belajar (Hwang et al., 2020), sementara chatbot pendidikan berpotensi mendukung interaksi dan refleksi matematis peserta didik (Kuhail et al., 2023; Labadze et al., 2023; Lee & Yeo, 2022). Perkembangan teknologi digital dan AI kemudian mendorong munculnya konsep *immersive learning*, yaitu pendekatan pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai bagian aktif dalam lingkungan belajar melalui pengalaman yang kaya akan interaksi, eksplorasi, representasi, dan refleksi. Lingkungan pembelajaran imersif dilaporkan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendukung konstruksi pengetahuan yang lebih mendalam dibandingkan dengan pendekatan digital konvensional (Radianti et al., 2020). Selain itu, *Cognitive Affective Model of Immersive Learning* menjelaskan bahwa pengalaman imersif memengaruhi proses belajar melalui keterlibatan kognitif dan afektif yang lebih tinggi sehingga berkontribusi terhadap pembentukan pemahaman yang lebih bermakna (Makransky & Petersen, 2021).

Meskipun penelitian mengenai Etno-STEM, teknologi pendidikan, AI, dan *immersive learning* berkembang secara signifikan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan media, implementasi teknologi, dan peningkatan hasil belajar peserta didik. Penelitian mengenai integrasi budaya dan STEM banyak menyoroti relevansi pembelajaran kontekstual dan penguatan identitas budaya (D'Ambrosio & Rosa, 2017; Matindike & Ramdhany, 2025), sementara penelitian mengenai teknologi pendidikan menekankan efektivitas visualisasi digital, AI, dan lingkungan pembelajaran interaktif dalam mendukung pembelajaran matematika (Gökçe & Güner, 2022; Hwang et al., 2020; Lee & Yeo, 2022). Di sisi lain, penelitian *immersive learning* lebih banyak membahas desain teknologi dan dampaknya terhadap keterlibatan belajar peserta didik (Makransky & Petersen, 2021; Radianti et al., 2020).

Pengembangan terbaru dalam bidang Etno-STEM juga telah menghasilkan berbagai inovasi pembelajaran digital. Salah satu yang menonjol adalah *Hy MAI*, sebuah platform pembelajaran yang mengintegrasikan artefak budaya lokal, visualisasi matematis dinamis, dan teknologi interaktif dalam lingkungan pembelajaran berbasis Etno-STEM. Penelitian menunjukkan bahwa platform tersebut berpotensi meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa sekaligus memperkuat keterhubungan antara matematika dan budaya (Asyura et al., 2026). Selain itu, pengembangan pembelajaran digital berbasis Etno-STEM juga menunjukkan bahwa budaya lokal dapat ditransformasikan menjadi sumber belajar yang mendukung integrasi matematika, STEM, dan teknologi digital dalam lingkungan pembelajaran yang lebih kontekstual (Asyura et al., 2025). Dengan demikian, penelitian sebelumnya telah memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pembelajaran berbasis budaya dan teknologi.

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berorientasi pada aspek empiris dan pedagogis, terutama terkait desain media, kualitas produk, efektivitas pembelajaran, dan capaian hasil belajar siswa. Penelitian sebelumnya belum menjelaskan secara memadai bagaimana budaya,

matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif saling berhubungan pada tingkat filosofis sebagai suatu model pembelajaran yang utuh. Akibatnya, pengembangan model pembelajaran sering kali lebih menekankan aspek teknis dibandingkan landasan konseptual yang menjelaskan hakikat realitas pembelajaran, proses konstruksi pengetahuan, dan sistem nilai yang mendasarinya.

Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan teoretis dalam literatur pendidikan matematika. Hingga saat ini belum ditemukan kajian yang secara khusus merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis dari Model Etno-STEM *Immersive Learning*. Akibatnya, belum tersedia kerangka filosofis yang secara komprehensif menjelaskan: (1) hakikat realitas pembelajaran yang dibentuk oleh interaksi budaya, matematika, dan teknologi; (2) mekanisme konstruksi pengetahuan matematis dalam lingkungan belajar yang imersif; dan (3) sistem nilai yang mendasari integrasi budaya dan teknologi dalam pendidikan matematika. Ketiadaan fondasi filosofis tersebut berpotensi menyebabkan pengembangan model pembelajaran hanya berfokus pada aspek implementasi tanpa memiliki pijakan teoretis yang memadai.

Berangkat dari kesenjangan tersebut, artikel ini menawarkan rekonstruksi filosofis yang memosisikan Model Etno-*STEM Immersive Learning* sebagai kerangka konseptual yang mengintegrasikan budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif dalam satu sistem pembelajaran yang utuh. Kebaruan (scientific merit) penelitian ini terletak pada perumusan tiga pilar filosofis yang belum ditemukan pada penelitian sebelumnya, yaitu ontologi hibrida yang menjelaskan relasi antara realitas budaya, abstraksi matematis, dan representasi digital; epistemologi dialogis-imersif yang menjelaskan proses konstruksi pengetahuan melalui interaksi budaya, teknologi, dan refleksi; serta aksiologi kritis-kultural yang menjelaskan nilai epistemik, kultural, etis, dan transformatif yang mendasari model pembelajaran. Ketiga pilar tersebut diusulkan sebagai fondasi konseptual bagi pengembangan dan implementasi Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika. Kajian ini diharapkan dapat memberikan fondasi teoretis yang memperkuat pengembangan model pembelajaran berbasis budaya dan teknologi sekaligus memperluas diskursus filsafat pendidikan matematika pada era digital.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-konseptual dengan metode *philosophical inquiry* dan *philosophical reconstruction*. Pendekatan ini digunakan untuk merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis yang mendasari Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika. Fokus penelitian tidak diarahkan pada pengujian efektivitas model, melainkan

pada analisis konseptual terhadap hubungan antara budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif. Pendekatan *philosophical inquiry* digunakan untuk mengidentifikasi asumsi-asumsi filosofis yang terkandung dalam literatur, sedangkan *philosophical reconstruction* digunakan untuk menyusun fondasi konseptual model berdasarkan hasil analisis (Ernest et al., 2016; Ernest, 2018).

Sumber Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-konseptual dengan metode philosophical inquiry dan philosophical reconstruction. Pendekatan ini digunakan untuk merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis yang mendasari Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika. Fokus penelitian tidak diarahkan pada pengujian efektivitas model, melainkan pada analisis konseptual terhadap hubungan antara budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif. Pendekatan *philosophical inquiry* digunakan untuk mengidentifikasi asumsi-asumsi filosofis yang terkandung dalam literatur, sedangkan *philosophical reconstruction* digunakan untuk menyusun fondasi konseptual model berdasarkan hasil analisis (Ernest et al., 2016; Ernest, 2018).

Kerangka Analisis

Analisis dilakukan menggunakan tiga dimensi filsafat ilmu, yaitu ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Dimensi ontologi digunakan untuk mengkaji hakikat realitas yang direpresentasikan dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning*. Dimensi epistemologi digunakan untuk menganalisis proses konstruksi pengetahuan matematis melalui interaksi budaya, teknologi, dan pengalaman belajar imersif. Dimensi aksiologi digunakan untuk mengidentifikasi nilai-nilai yang mendasari integrasi budaya dan teknologi dalam pembelajaran matematika.

Tabel 1. Kerangka Analisis Filosofis Model Etno-STEM *Immersive Learning*

Dimensi	Pertanyaan Analisis	Fokus Analisis
Ontologi	Apa hakikat realitas yang direpresentasikan dalam model?	Realitas budaya, abstraksi matematis, representasi digital, dan pengalaman imersif
Epistemologi	Bagaimana pengetahuan matematis dibangun dalam model?	Pengalaman budaya, eksplorasi matematis, mediasi teknologi, refleksi, dan interaksi dialogis
Aksiologi	Nilai apa yang mendasari model pembelajaran?	Nilai epistemik, kultural, etis, transformatif, dan agensi peserta didik

Analisis Data

Analisis dilaksanakan melalui empat tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 diuraikan sebagai berikut.

1. Tahap 1: Identifikasi Konsep

   Konsep-konsep utama yang berkaitan dengan budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan *immersive learning* diidentifikasi dari berbagai sumber literatur yang telah dipilih.

2. Tahap 2: Kategorisasi Filosofis

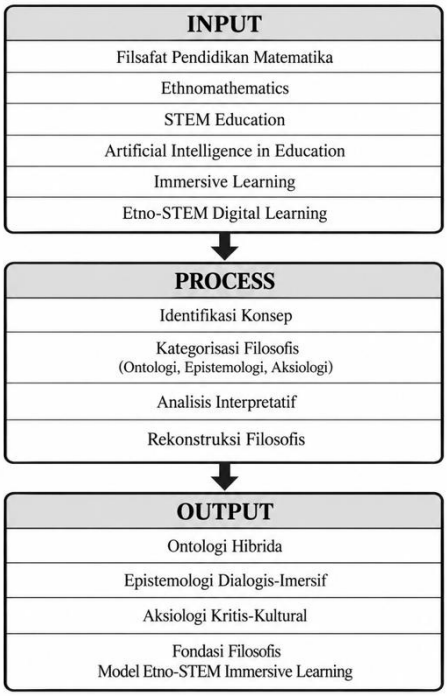
   Konsep-konsep yang telah diidentifikasi diklasifikasikan ke dalam tiga dimensi filsafat ilmu, yaitu ontologi, epistemologi, dan aksiologi, sesuai dengan fokus analisis pada Tabel 1.

3. Tahap 3: Analisis Interpretatif

   Setiap kategori dianalisis secara interpretatif untuk mengidentifikasi hubungan konseptual antara budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif dalam pembelajaran matematika.

4. Tahap 4: Rekonstruksi Filosofis

   Hasil interpretasi kemudian disintesis menjadi proposisi konseptual yang menjelaskan fondasi filosofis Model Etno-STEM *Immersive Learning*. Tahap ini menghasilkan tiga konstruk utama, yaitu ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural.



Gambar 1. Alur analisis filosofis dalam rekonstruksi Model Etno-STEM *Immersive Learning*

Keabsahan Analisis

Ketelitian analisis dijaga melalui konsistensi konseptual dan triangulasi teoretis. Konsistensi konseptual dilakukan dengan memastikan keselarasan antara tujuan penelitian, kerangka analisis, dan interpretasi yang dihasilkan. Triangulasi teoretis dilakukan dengan membandingkan perspektif yang berasal dari filsafat pendidikan matematika, ethnomathematics, pendidikan STEM, teknologi pendidikan, kecerdasan buatan, dan *immersive learning.* Melalui prosedur tersebut dihasilkan rekonstruksi ontologis, epistemologis, dan aksiologis yang digunakan untuk menjelaskan fondasi filosofis Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Analisis filosofis terhadap integrasi budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan *immersive learning* menghasilkan tiga konstruk utama yang menjadi fondasi Model Etno-STEM *Immersive Learning*. Ketiga konstruk tersebut meliputi ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural. Hasil rekonstruksi pada masing-masing dimensi disajikan pada bagian berikut.

Rekonstruksi Ontologis

Analisis ontologis menghasilkan empat komponen utama yang membentuk realitas pembelajaran dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning*, yaitu realitas budaya, abstraksi matematis, representasi digital, dan pengalaman belajar imersif. Realitas budaya muncul melalui artefak, praktik, dan konteks lokal yang digunakan sebagai sumber pembelajaran. Abstraksi matematis muncul dalam bentuk konsep, prinsip, dan struktur matematis yang menjadi objek kajian peserta didik. Representasi digital hadir melalui penggunaan teknologi untuk memvisualisasikan dan memediasi objek pembelajaran. Sementara itu, pengalaman belajar imersif muncul melalui keterlibatan peserta didik dalam lingkungan pembelajaran yang memungkinkan eksplorasi dan interaksi secara berkelanjutan.

Keempat komponen tersebut tidak berdiri sendiri, tetapi membentuk hubungan yang saling terintegrasi dalam proses pembelajaran. Budaya menyediakan konteks pembelajaran, matematika menyediakan struktur konseptual, teknologi digital menyediakan sarana representasi, dan pengalaman imersif menyediakan lingkungan interaksi. Integrasi keempat komponen tersebut membentuk konstruk ontologi hibrida sebagai fondasi ontologis Model Etno-STEM *Immersive Learning*.

Rekonstruksi Epistemologis

Analisis epistemologis menunjukkan bahwa konstruksi pengetahuan dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning* melibatkan empat unsur utama, yaitu pengalaman budaya, eksplorasi matematis, mediasi teknologi, dan refleksi peserta didik. Pengalaman budaya berfungsi sebagai titik awal untuk memahami fenomena yang dikaji. Eksplorasi matematis memungkinkan peserta didik mengidentifikasi pola, hubungan, dan konsep yang terkandung dalam konteks budaya. Mediasi teknologi memberikan dukungan visual dan interaktif terhadap proses eksplorasi, sedangkan refleksi memungkinkan peserta didik membangun pemahaman yang lebih mendalam.

Hubungan antarkomponen tersebut menunjukkan bahwa proses perolehan pengetahuan tidak berlangsung secara linear maupun melalui transmisi informasi satu arah. Pengetahuan dibangun melalui interaksi yang berkelanjutan antara konteks budaya, aktivitas eksploratif, teknologi digital, dan refleksi pengalaman belajar. Berdasarkan pola hubungan tersebut, penelitian ini mengidentifikasi konstruk epistemologi dialogis-imersif sebagai fondasi epistemologis Model Etno-*STEM Immersive Learning*.

Rekonstruksi Aksiologis

Analisis aksiologis menunjukkan bahwa Model Etno-STEM *Immersive Learning* memuat empat

kelompok nilai utama, yaitu nilai epistemik, nilai kultural, nilai etis, dan nilai transformatif. Nilai epistemik berkaitan dengan pengembangan penalaran matematis, literasi STEM, dan kemampuan pemecahan masalah. Nilai kultural berkaitan dengan pelestarian, apresiasi, dan pemaknaan budaya lokal sebagai bagian dari pembelajaran matematika. Nilai etis berkaitan dengan penggunaan teknologi dan kecerdasan buatan secara bertanggung jawab. Nilai transformatif berkaitan dengan pembentukan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan peserta didik.

Keempat kelompok nilai tersebut muncul secara bersamaan dalam integrasi budaya, matematika, STEM, teknologi digital, dan pengalaman belajar imersif. Temuan ini menunjukkan bahwa orientasi pembelajaran tidak hanya diarahkan pada pencapaian akademik, tetapi juga pada pengembangan identitas budaya dan tanggung jawab dalam penggunaan teknologi. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini mengidentifikasi konstruk aksiologi kritis-kultural sebagai fondasi aksiologis Model Etno-STEM *Immersive Learning*.

Sintesis Fondasi Filosofis

Ketiga temuan tersebut kemudian disintesis menjadi fondasi filosofis Model Etno-STEM *Immersive Learning* sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Sintesis Fondasi Filosofis Model Etno-STEM *Immersive Learning*

Dimensi	Temuan Utama	Konstruk Filosofis
Ontologi	Integrasi realitas budaya, abstraksi matematis, representasi digital, dan pengalaman imersif	Ontologi Hibrida
Epistemologi	Konstruksi pengetahuan melalui pengalaman budaya, eksplorasi matematis, teknologi, dan refleksi	Epistemologi Dialogis-Imersif
Aksiologi	Integrasi nilai epistemik, kultural, etis, dan transformatif	Aksiologi Kristis-Kultural

Berdasarkan sintesis tersebut, Model Etno-STEM *Immersive Learning* memiliki fondasi filosofis yang terdiri atas ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural. Ketiga konstruk tersebut menjadi dasar konseptual yang menjelaskan hubungan antara budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif dalam model.

Diskusi

Hasil penelitian menghasilkan tiga fondasi filosofis utama Model Etno-STEM *Immersive Learning*, yaitu ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural. Ketiga konstruk tersebut menjelaskan bagaimana budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif saling berhubungan dalam satu kerangka pembelajaran. Temuan ini menjawab tujuan penelitian yang berupaya merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis model guna memberikan fondasi konseptual bagi pengembangan pembelajaran matematika berbasis budaya dan teknologi.

Ontologi Hibrida dan Reposisi Realitas Pembelajaran Matematika

Ontologi hibrida menunjukkan bahwa pembelajaran matematika tidak hanya berhubungan

dengan objek matematis yang bersifat abstrak, tetapi juga melibatkan realitas budaya, representasi digital, dan pengalaman belajar imersif. Temuan ini konsisten dengan perspektif ethnomathematics yang memandang aktivitas matematis sebagai bagian dari praktik budaya (D'Ambrosio & Rosa, 2017) serta pandangan filsafat pendidikan matematika yang menempatkan matematika sebagai konstruksi manusia yang berkembang dalam konteks sosial dan budaya (Ernest et al., 2016). Namun, berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi digital dan pengalaman imersif juga menjadi bagian dari realitas pembelajaran. Dengan demikian, budaya tidak hanya berfungsi sebagai konteks pembelajaran, tetapi menjadi komponen yang terintegrasi dengan matematika dan teknologi dalam membentuk pengalaman belajar.

Temuan ini juga memperkuat pandangan bahwa budaya tidak hanya berfungsi sebagai konteks pembelajaran, tetapi merupakan bagian integral dari pembentukan makna matematis yang relevan secara sosial dan kultural (Rosa & Orey, 2021). Dengan demikian, ontologi hibrida yang diusulkan tidak hanya menghubungkan budaya dan matematika, tetapi juga menempatkan teknologi digital sebagai bagian dari realitas pembelajaran yang membentuk pengalaman matematis peserta didik.

Epistemologi Dialogis – Imersif sebagai Konstruksi Pengetahuan Matematis

Epistemologi dialogis-imersif menunjukkan bahwa pengetahuan matematis dibangun melalui interaksi antara pengalaman budaya, eksplorasi matematis, teknologi digital, dan refleksi peserta didik. Hasil ini sejalan dengan pandangan konstruktivis yang menempatkan peserta didik sebagai pembangun aktif pengetahuan (Ernest et al., 2016). Temuan ini juga mendukung penelitian sebelumnya mengenai peran GeoGebra dalam eksplorasi matematis (Gökçe & Güner, 2022) serta kontribusi AI dalam mendukung proses belajar yang lebih personal dan interaktif (Hwang et al., 2020; Lee & Yeo, 2022). Perbedaannya, penelitian ini menunjukkan bahwa fungsi teknologi tidak hanya sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi sebagai bagian dari mekanisme konstruksi pengetahuan yang terhubung dengan konteks budaya dan pengalaman imersif.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan kajian mengenai representasi dalam pembelajaran matematika yang menekankan bahwa visualisasi dan representasi berperan penting dalam mendukung konstruksi pengetahuan matematis (Mainali, 2020). Dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning*, representasi digital tidak hanya berfungsi sebagai alat penyajian informasi, tetapi menjadi sarana untuk menghubungkan pengalaman budaya dengan abstraksi matematis melalui aktivitas eksploratif.

Temuan ini juga didukung oleh penelitian yang menempatkan proses eksplorasi dan refleksi sebagai inti dari pembentukan pemahaman konseptual (Prediger et al., 2015). Oleh karena itu, konstruksi pengetahuan dalam model tidak hanya berlangsung secara dialogis, tetapi juga melalui pengalaman belajar yang mendorong peserta didik untuk membangun makna berdasarkan interaksi dengan budaya, teknologi, dan matematika.

Temuan ini juga konsisten dengan *Cognitive Affective Model of Immersive Learning* yang menekankan bahwa pembelajaran imersif melibatkan keterhubungan antara proses kognitif dan afektif yang berkontribusi terhadap kualitas belajar peserta didik (Makransky & Petersen, 2021). Di sisi lain,

perkembangan large language models menunjukkan bahwa AI dapat berfungsi sebagai mitra dialogis yang mendukung eksplorasi dan refleksi peserta didik dalam proses belajar (Kasneci et al., 2023). Temuan penelitian ini memperluas perspektif tersebut dengan menunjukkan bahwa fungsi dialogis AI menjadi lebih bermakna ketika terintegrasi dengan konteks budaya dan pengalaman belajar imersif.

Aksiologi Kritis – Kultural dalam Pembelajaran Matematika

Aksiologi kritis-kultural menunjukkan bahwa Model Etno-STEM *Immersive Learning* tidak hanya berorientasi pada pengembangan kemampuan matematis, tetapi juga pada penguatan identitas budaya, kesadaran etis, dan pengalaman belajar yang transformatif. Temuan ini konsisten dengan prinsip ethnomathematics yang menempatkan budaya sebagai sumber pengetahuan dan pengalaman belajar (D'Ambrosio & Rosa, 2017) serta penelitian mengenai integrasi *indigenous knowledge* dalam STEM yang menekankan pentingnya identitas budaya dalam pendidikan (Matindike & Ramdhany, 2025; Nicol et al., 2023). Hasil penelitian menegaskan bahwa keberhasilan integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh efektivitas media, tetapi juga oleh nilai-nilai yang mendasari penggunaannya.

Dimensi aksiologis yang ditemukan dalam penelitian ini juga mendukung pandangan bahwa pendidikan matematika merupakan praktik sosial, etis, dan politis yang berperan dalam membentuk cara peserta didik memahami diri dan lingkungannya (Pais & Valero, 2012). Oleh karena itu, nilai yang terkandung dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning* tidak hanya berkaitan dengan pencapaian akademik, tetapi juga pengembangan identitas budaya, tanggung jawab sosial, dan penggunaan teknologi secara kritis.

Kontribusi Ilmiah Model Etno-STEM Immersive Learning

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyusunan fondasi filosofis yang menghubungkan ethnomathematics, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan *immersive learning* dalam satu kerangka konseptual. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pembelajaran digital berbasis Etno-STEM mampu mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual (Asyura et al., 2025) dan meningkatkan kemampuan penalaran matematis melalui *platform Hy MAI* (Asyura et al., 2026). Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada aspek implementasi dan efektivitas pembelajaran.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, artikel ini menjelaskan mengapa dan bagaimana integrasi budaya, matematika, STEM, teknologi digital, AI, dan pengalaman imersif perlu dipandang sebagai satu kesatuan konseptual. Kebaruan penelitian tidak terletak pada penggunaan budaya atau teknologi secara terpisah, tetapi pada perumusan tiga pilar filosofis sebagai fondasi model, yaitu ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural. Ketiga konstruk tersebut memberikan kerangka konseptual yang menjelaskan hubungan antara realitas pembelajaran, konstruksi pengetahuan, dan orientasi nilai dalam Model Etno-STEM *Immersive Learning.*

Implikasi bagi Pendidikan Matematika

Temuan penelitian ini memiliki implikasi bagi pengembangan pendidikan matematika pada era

digital. Bagi guru, hasil penelitian menunjukkan bahwa budaya dan teknologi perlu diposisikan sebagai bagian dari pengalaman belajar yang terintegrasi, bukan sekadar pelengkap pembelajaran. Bagi pengembang kurikulum, temuan ini menyediakan dasar konseptual untuk mengembangkan pembelajaran yang memadukan budaya lokal, STEM, teknologi digital, dan pengalaman belajar imersif secara lebih sistematis.

Selain itu, hasil penelitian ini memberikan fondasi teoretis bagi pengembangan dan pengujian empiris Model Etno-STEM *Immersive Learning* pada penelitian selanjutnya. Dengan demikian, rekonstruksi filosofis yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai refleksi konseptual, tetapi juga sebagai dasar pengembangan model pembelajaran yang lebih komprehensif dalam pendidikan matematika.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merekonstruksi landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis Model Etno-STEM *Immersive Learning* dalam pendidikan matematika. Hasil analisis menunjukkan bahwa model tersebut dibangun atas tiga fondasi filosofis utama, yaitu ontologi hibrida, epistemologi dialogis-imersif, dan aksiologi kritis-kultural. Ketiga fondasi tersebut menjelaskan bagaimana budaya, matematika, STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan pengalaman belajar imersif terintegrasi dalam satu kerangka pembelajaran yang utuh.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada perumusan fondasi filosofis yang menghubungkan berbagai bidang yang selama ini cenderung dikaji secara terpisah, yaitu ethnomathematics, pendidikan STEM, teknologi digital, kecerdasan buatan, dan *immersive learning*. Temuan ini memperluas kajian filsafat pendidikan matematika dengan menunjukkan bahwa pengembangan model pembelajaran berbasis budaya dan teknologi memerlukan justifikasi ontologis, epistemologis, dan aksiologis yang jelas, tidak hanya pertimbangan pedagogis dan teknologis.

Secara praktis, fondasi filosofis yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan kurikulum, desain pembelajaran, dan lingkungan belajar digital berbasis budaya yang lebih kontekstual dan bermakna. Selain itu, hasil penelitian ini memberikan dasar teoretis bagi pengembangan dan implementasi Model Etno-STEM *Immersive Learning* pada berbagai jenjang pendidikan.

Penelitian ini masih bersifat konseptual sehingga belum menguji keterkaitan antarkonstruk filosofis dalam konteks pembelajaran nyata. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu memvalidasi dan menguji Model Etno-STEM *Immersive Learning* secara empiris, termasuk pengaruhnya terhadap kemampuan matematis, literasi STEM, identitas budaya, dan keterlibatan belajar peserta didik dalam lingkungan pembelajaran berbasis teknologi imersif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada berbagai pihak yang telah mendukung pengembangan

pembelajaran digital berbasis Etno-STEM dan platform *Hy MAI* yang menjadi salah satu pijakan konseptual dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan akademik selama proses penyusunan artikel.

REFERENSI

Asyura, I., Pamungkas, A. S., Linda, Munawar, B., & Iswara, A. (2026). Hy MAI: An ethno-STEM-based interactive website to improve high school students' reasoning skills. *Infinity Journal*, *15*(1), 221–240. https://doi.org/10.22460/infinity.v15i1.p221-240

Asyura, I., Pamungkas, A. S., Munawar, B., & Linda, L. (2025). *Pembelajaran Digital Berbasis Etno-Stem: Kearifan Lokal dan Inovasi Pembelajaran Website Interaktif Hy Mai* (I. Asyura, Ed.). Jejak Pustaka.

D'Ambrosio, U., & Rosa, M. (2017). *Ethnomathematics and Its Pedagogical Action in Mathematics Education* (pp. 285–305). https://doi.org/10.1007/978-3-319-59220-6_12

Ernest, P., Skovsmose, O., van Bendegem, J. P., Bicudo, M., Miarka, R., Kvasz, L., & Moeller, R. (2016). *The Philosophy of Mathematics Education*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40569-8

Ernest, Paul. (2018). *The philosophy of mathematics education today*. Springer.

Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, *27*(4), 5301–5323. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1

Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F.-L., & Ohtani, M. (2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(S1), 105–123. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6

Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100001. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., … Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, *103*, 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., & Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, *28*(1), 973–1018. https://doi.org/10.1007/S10639-022-11177-3/TABLES/14

Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 1–17. https://doi.org/10.1186/S41239-023-00426-1/FIGURES/1

Lee, D., & Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education*, *191*, 104646. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646

Mainali, B. (2020). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *9*(1), 1–21. https://doi.org/10.46328/ijemst.1111

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, *33*(3), 937–958. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Matindike, F., & Ramdhany, V. (2025). Incorporating indigenous knowledge perspectives in integrated STEM education: a systematic review. *Research in Science & Technological Education*, *43*(3), 1022–1042. https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2413675

Nicol, C., Thom, J. S., Doolittle, E., Glanfield, F., & Ghostkeeper, E. (2023). Mathematics education for STEM as place. *ZDM - Mathematics Education*, *55*(7), 1231–1242. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01498-z

Pais, A., & Valero, P. (2012). Researching research: mathematics education in the Political. *Educational Studies in Mathematics*, *80*(1–2), 9–24. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9399-5

Prediger, S., Gravemeijer, K., & Confrey, J. (2015). Design research with a focus on learning processes: an overview on achievements and challenges. *ZDM*, *47*(6), 877–891. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0722-3

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Rosa, M., & Orey, D. C. (2021). An ethnomathematical perspective of stem education in a glocalized world. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, *35*(70), 840–876. https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a14