



PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* BERBASIS ETNOMATEMATIKA CANDI MUARO JAMBI UNTUK MENINGKATKAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PADA TEOREMA PYTHAGORAS

Development Of an Ethnomathematics-Based Virtual Laboratory at Muaro Jambi Temple to Improve Mathematical Problem-Solving on the Pythagorean Theorem

Denathan Nay Harfiantha^{1*}, Dewi Iriani¹, Ilham Falani¹

¹ Universitas Jambi

*denathanjambi@gmail.com

Diterima: 25 November 2025; Direvisi: 30 Desember 2025; Dipublikasi: 05 Januari 2026



ABSTRACT

This study was motivated by the low level of students' mathematical problem-solving skills on the Pythagorean Theorem material and the limited availability of learning media that provide interactive, contextual, and meaningful learning experiences. Previous studies on technology-based learning media indicate that although such media are effective in presenting basic mathematical concepts, they tend to rely on drill-based exercises and have not optimally supported all stages of mathematical problem solving, particularly through interactive visualization, simulation, and integration of local cultural contexts. This research aims to address this gap by developing an ethnomathematics-based virtual laboratory that integrates the cultural context of Muaro Jambi Temple to enhance the mathematical problem-solving skills of eighth-grade junior high school students. The study employed the 4D development model, consisting of Define, Design, Develop, and Disseminate stages. Validation results showed that the developed media were categorized as very valid, with scores of 96% for the material aspect and 94% for the design aspect. Practicality testing indicated very practical results, with scores of 96% from teachers and 93.67% from students. Furthermore, effectiveness testing revealed a student effectiveness questionnaire score of 91.75%, an average post-test score of 78.32, and an N-gain value of 0.68, which falls into the moderate category. These findings demonstrate that the ethnomathematics-based virtual laboratory integrating Muaro Jambi Temple culture is valid, practical, and effective in improving students' mathematical problem-solving skills while providing a more interactive and culturally contextualized learning experience.

Keywords: *Ethnomathematics; Mathematical Problem Solving; Pythagorean Theorem; Virtual Laboratory.*

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi Teorema Pythagoras serta keterbatasan media pembelajaran yang mampu memberikan pengalaman belajar interaktif, kontekstual, dan bermakna. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi cenderung efektif dalam menyampaikan konsep dasar, namun masih terbatas pada latihan soal dan belum optimal dalam melatih tahapan pemecahan masalah matematis secara menyeluruh, khususnya melalui visualisasi, simulasi interaktif, dan integrasi konteks budaya lokal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan virtual laboratory berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi sebagai upaya mengisi kesenjangan tersebut. Metode yang digunakan adalah model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate). Hasil validasi menunjukkan bahwa media berada pada kategori sangat valid dengan skor 96% pada aspek materi dan 94% pada aspek desain. Uji praktikalitas memperoleh skor 96% dari guru dan 93,67% dari siswa, yang termasuk kategori sangat praktis. Selanjutnya, uji efektivitas menunjukkan nilai angket sebesar 91,75%, dengan rata-rata post-test 78,32 dan nilai N-gain 0,68 (kategori sedang). Temuan ini menunjukkan bahwa virtual laboratory berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi efektif, valid, dan praktis dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa serta memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual.

Kata Kunci: Etnomatematika; Pemecahan Masalah Matematis; Teorema Pythagoras; *Virtual Laboratory*

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika kontribusi besar dalam membangun pola pikir yang logis, analitis, dan kritis pada siswa. Kegiatan pembelajaran matematika merupakan sebuah proses yang terencana untuk mengembangkan kemampuan berpikir, keterampilan memecahkan masalah, serta menanamkan nilai-nilai positif dalam diri siswa (Trisnani, 2022; Ultra Gusteti, 2022; Ulva et al., 2020). Proses belajar matematika dilakukan melalui pengajuan permasalahan, perencanaan solusi, penelaahan langkah-langkah penyelesaian, dan penyusunan kesimpulan apabila informasi yang diperoleh dirasa belum mencukupi (Kurniawati et al., 2020). Proses ini sesuai dengan indikator pemecahan masalah matematis.

Aktivitas belajar serta pemecahan masalah memberikan siswa kesempatan untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka kuasai. Melalui pengalaman tersebut, kemampuan berpikir siswa berkembang menjadi lebih logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif dalam menyikapi tantangan (Falani & Nurhidayati, 2021). Kemampuan berpikir kreatif dalam matematika merupakan elemen krusial yang harus dimiliki siswa untuk mampu beradaptasi dengan berbagai perubahan dan menghadapi tantangan kehidupan yang kian kompleks (Kurniawan & Falani, 2025). Kemampuan dalam memecahkan masalah matematika merupakan inti dari proses pembelajaran yang krusial bagi keberhasilan siswa dan perkembangan intelektual mereka, sekaligus menjadi kompetensi dasar yang harus dimiliki dalam bidang matematika (Indriana & Maryati, 2021; Laia & Harefa, 2021; Mashuri, 2023; Nurhasanah & Luritawaty, 2021). Keterampilan ini mencakup tahapan memahami permasalahan, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan rencana tersebut, serta mengevaluasi kembali hasil yang diperoleh (Hanggara et al., 2022). Namun, tidak semua siswa mampu menguasai keterampilan ini dengan baik, yang pada akhirnya dapat memengaruhi mutu sumber daya manusia. Rendahnya kemampuan ini sering kali disebabkan oleh kurangnya kesempatan siswa untuk mengasah keterampilan pemecahan masalah dalam proses

pembelajaran (Hidayat et al., 2022). Berdasarkan laporan dari Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) didalam suatu program bernama Program for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 yang secara khusus mengukur kemampuan pemecahan masalah matematika siswa secara global, Indonesia menempati peringkat ke-69 dengan skor 366, yang mengindikasikan bahwa kemampuan tersebut masih berada pada tingkat yang rendah di antara siswa-siswa di Indonesia (IDIL et al., 2024). Proses pembelajaran yang masih dominan berfokus pada hafalan dan belum cukup menstimulasi pemikiran kritis turut menjadi penyebab lemahnya kemampuan siswa untuk menyelesaikan masalah matematika (Nuha et al., 2024; Nurhasanah & Luritawaty, 2021; Sriwahyuni & Maryati, 2022). Beragam upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan ini, salah satunya melalui pengembangan media pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dan kearifan lokal. Namun, beberapa studi sebelumnya masih menunjukkan adanya kekurangan yang perlu disempurnakan.

Penelitian-penelitian sebelumnya yang mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi menunjukkan bahwa meskipun media tersebut efektif dalam menyampaikan konsep dasar, banyak yang belum mampu secara optimal mengoptimalkan keterampilan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematis. Misalnya, penelitian oleh (Rahim & Rahman, 2022) dengan judul "Pemanfaatan aplikasi Quizizz dalam pengembangan media pembelajaran untuk memaksimalkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika selama pandemi Covid-19 "menemukan bahwa media yang ada cenderung hanya berupa latihan soal tanpa visualisasi atau simulasi interaktif. Selain itu, penelitian oleh (Hafizah Zulfi & Samosir Katrina, 2023) dengan judul " Pemanfaatan platform Canva dalam pengembangan media interaktif ditujukan untuk mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas VIII di SMP Nurul Islam Indonesia Medan "terlihat bahwa media yang dikembangkan kurang memberikan pengalaman interaktif yang mendukung siswa dalam memahami, merencanakan, menyelesaikan, dan memeriksa kembali masalah matematis

Virtual laboratory menawarkan berbagai keuntungan, seperti membantu siswa mengatasi miskonsepsi melalui refleksi yang cepat, menjamin keamanan dalam proses belajar, memperkaya pengalaman belajar, serta menjadi alternatif dari praktikum nyata yang sulit dilaksanakan akibat keterbatasan peralatan atau karena materi yang bersifat abstrak (Nuha et al., 2024; Ratnasari et al., 2023; Rokhim et al., 2020). Sebagai sarana pembelajaran, *virtual laboratory* dapat menjadi solusi dalam memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep materi. Bagi guru, media ini juga mempermudah dalam merancang kegiatan praktikum sekaligus menekan biaya pengadaan alat dan bahan percobaan (Sanimah et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran matematika, penggunaan *virtual laboratory* mampu memfasilitasi siswa dalam menguasai berbagai konsep yang bersifat abstrak melalui pendekatan yang lebih menarik dan interaktif, sehingga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis dan analitis yang esensial untuk penyelesaian masalah matematika. Hal ini secara langsung memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa (Tayfour & Alibraheim, 2024). Selain itu, *virtual laboratory* juga dapat dipadukan dengan pendekatan etnomatematika untuk membuat pembelajaran matematika menjadi lebih kontekstual.

Pendekatan etnomatematika dalam pembelajaran kontekstual memungkinkan siswa memahami konsep matematika melalui budaya dan nilai-nilai budaya setempat yang akrab dengan pengalaman hidup mereka sehari-hari (Adelia Putri Lubis et al., 2024). Etnomatematika sendiri merujuk pada penerapan konsep matematika oleh kelompok budaya tertentu, yang memiliki identitas khas berdasarkan minat, kode, dan istilah khusus yang tidak terdapat dalam matematika formal atau akademik (Ambrosio, 1985). Pendekatan ini terbukti mampu memperkuat keterampilan siswa dalam menyelesaikan berbagai permasalahan matematika, mendorong pembelajaran yang bermakna dengan mengaitkan konsep matematika pada situasi nyata, serta menjadi alternatif pembelajaran yang lebih menarik dan tidak monoton (Dewi & Agustika, 2022; Faqih et al., 2021; Sri Agustin et al., 2023). Etnomatematika menghubungkan ide-ide matematika dengan kondisi nyata yang dialami dalam kehidupan sehari-hari, misalnya melalui budaya lokal seperti Candi Muaro Jambi. Dalam pembelajaran materi teorema pythagoras, siswa diajak untuk menghitung jarak sisi miring dari suatu bangunan Candi.

Penelitian dilakukan dengan tujuan Mengembangkan *virtual laboratory* berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi untuk peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis dengan materi Teorema Pythagoras, serta mengetahui kualitas *virtual laboratory* tersebut dalam mendukung peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian etnomatematika Candi Muaro Jambi ke dalam pengembangan *virtual laboratory* secara kontekstual dan berorientasi pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis pada materi Teorema Pythagoras. Candi Muaro Jambi memiliki karakteristik arsitektur berupa susunan bangunan, pola ruang, orientasi, dan struktur geometris yang secara nyata merepresentasikan konsep segitiga siku-siku, pengukuran jarak, serta hubungan antar sisi yang relevan dengan Teorema Pythagoras. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya mengaitkan etnomatematika pada konteks budaya secara deskriptif atau menyajikan media berbasis teknologi tanpa simulasi pemecahan masalah yang mendalam, penelitian ini menghadirkan pengalaman belajar interaktif melalui visualisasi, eksplorasi, dan latihan berbasis konteks budaya lokal. Dengan demikian, *virtual laboratory* berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian konsep, tetapi juga sebagai sarana strategis untuk melatih siswa dalam memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan strategi, dan mengevaluasi hasil secara sistematis, sehingga memberikan kontribusi baru dalam pengembangan media pembelajaran matematika kontekstual dan bermakna.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 16 Kota Jambi yang beralamat di Jalan Serma Ishak Ahmad, Beliung, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi, Provinsi Jambi, pada semester ganjil tahun ajar 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas beberapa tahapan uji coba, yaitu uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Uji coba perorangan melibatkan satu orang guru matematika kelas VIII SMP Negeri 16 Kota Jambi yang bertujuan untuk menilai kepraktisan laboratorium virtual melalui angket praktikalitas. Uji coba kelompok kecil dilakukan terhadap sembilan siswa kelas VIII yang mewakili kategori kemampuan rendah, sedang, dan tinggi untuk memperoleh tanggapan awal siswa terhadap penggunaan media.

Selanjutnya, uji coba lapangan dilaksanakan pada siswa kelas VIII E SMP Negeri 16 Kota Jambi sebagai subjek utama penelitian, dengan menggunakan instrumen pretest dan posttest kemampuan pemecahan masalah matematis serta angket respons siswa guna menilai efektivitas laboratorium virtual yang dikembangkan.

Penelitian ini menerapkan model pengembangan 4-D yang meliputi empat tahap utama, yaitu tahap pendefinisian (Define), perancangan (Design), pengembangan (Develop), dan penyebaran (Disseminate) (Sivasailam Thiagarajan et al., 1974). Model ini diterapkan untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran matematika yang bertujuan meningkatkan kemampuan siswa. Penelitian dilaksanakan selama satu bulan di SMP Negeri 16 Kota Jambi dengan mengikuti keempat fase tersebut secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

| Tahap Pengembangan | Kegiatan | Teknik Analisis Data |
|--------------------|--|--|
| Pendefinisian | <ul style="list-style-type: none"> - Studi pendahuluan di SMPN 16 Kota Jambi-Observasi proses pembelajaran - Wawancara bersama guru dan siswa - Analisis kurikulum dan karakteristik siswa-Identifikasi masalah dan kebutuhan | <ul style="list-style-type: none"> - Analisis deskriptif kualitatif (hasil observasi dan wawancara) - Analisis dokumen kurikulum & silabus |
| Perancangan | <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan tujuan pembelajaran - Menyusun desain awal <i>virtual laboratory</i> berbasis etnomatematika - Merancang skenario pembelajaran kontekstual (misalnya budaya Candi Muaro Jambi) - Membuat instrumen validasi produk dan instrumen efektivitas | <ul style="list-style-type: none"> - merancang angket validasi media dan angket validasi materi -merancang angket efektivitas dan tes pemecahan masalah matematis |
| Pengembangan | <ul style="list-style-type: none"> - Mengembangkan media <i>virtual laboratory</i> interaktif- Melakukan uji validasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli pembelajaran- Revisi produk berdasarkan masukan ahli- Uji coba terbatas pada siswa kelas VIII | <ul style="list-style-type: none"> - Analisis kevalidan media (skor validasi menggunakan rumus rata-rata dan kategori validitas) -Analisis keefektifan media (menggunakan angket efektivitas siswa, soal pretest, dan soal posttest) |
| Penyebaran | <ul style="list-style-type: none"> - Uji coba luas pada kelas berbeda | <ul style="list-style-type: none"> - Analisis hasil belajar siswa secara kuantitatif - Evaluasi respon pengguna (guru & siswa) menggunakan angket dan dianalisis secara deskriptif |

Pengembangan *virtual laboratory* menggunakan beberapa instrumen untuk pengumpulan data. Berikut adalah tabel instrumen pengumpulan data:

Tabel 2. Instrumen Pengumpulan Data

| No. | Kriteria | Instrumen |
|-----|----------|---|
| 1 | Valid | 1. Angket validasi desain 2. Angket validasi materi 3. Angket Validasi Soal |
| 2 | Praktis | 1. Angket praktikalitas guru 2. Angket praktikalitas media siswa |
| 3 | Efektif | 1. Angket keefektifan media (angket respon siswa) 2. Posttest dan pretst kemampuan pemecahan masalah matematis siswa |

Instrumen angket validasi materi dan desain menggunakan skala penilaian bertingkat untuk mengevaluasi kualitas produk, serta dilengkapi kolom masukan yang diberikan oleh para validator. Data yang diperoleh dari ahli materi, ahli desain, maupun respon siswa terkait tanggapan, pandangan, dan persepsi mereka terhadap media tersebut dianalisis menggunakan skala Likert. Menurut (Purwanto, 2018), skala *Likert* digunakan dengan klasifikasi sebagai berikut:

- 5 = Sangat Setuju (SS)
- 4 = Setuju (S)
- 3 = Netral (N)
- 2 = Tidak Setuju (TS)
- 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)

Untuk mengetahui jumlah persentase validitas data yang didapat dari skor butir penilaian dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V_s = \frac{\text{Jumlah skor per indikator}}{\text{Jumlah skor maksimal indikator}} \times 100\%$$

Keterangan : V_s = Persentase validasi instrument

Hasil persentase kevalidan tersebut diklasifikasikan dalam kriteria persentase :

Tabel 3. Hasil Persentase Kevalidan

| Tingkat Validitas | Kriteria Validitas |
|--------------------------------|--------------------|
| $85,01\% \leq P \leq 100,00\%$ | Sangat Valid |
| $70,01\% \leq P \leq 85,00\%$ | Cukup Valid |
| $50,01\% \leq P \leq 70,00\%$ | Kurang Valid |
| $01,01\% \leq P \leq 50,00\%$ | Tidak Valid |

Source: dimodifikasi dari Akbar (2013)

Analisis data kepraktisan dilakukan untuk menilai sejauh mana *virtual laboratory* berbasis Adobe Animate praktis digunakan dalam proses peningkatan kemampuan siswa kelas VIII pada penyelesaian masalah matematis dengan materi Teorema Pythagoras berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi. Angket untuk guru dan siswa disertai ruang komentar guna memberikan masukan yang membantu proses revisi media. Penilaian kepraktisan

menggunakan penskoran skala Likert, sebagaimana pada analisis tim ahli. Data yang terkumpul selanjutnya diolah dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan disajikan melalui teknik analisis frekuensi data menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat Praktikalitas } (p) = \frac{\text{Skor seluruh siswa}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Kemudian, hasil skor tersebut diubah ke dalam bentuk pernyataan kualitatif, berdasarkan kualifikasi pada tabel:

Tabel 4. Persentase Hasil Analisis Data Praktikalitas

| Tingkat Praktikalitas | Kriteria Praktikalitas |
|----------------------------|------------------------|
| $80\% \leq V_s \leq 100\%$ | Sangat Praktis |
| $60\% \leq V_s \leq 80\%$ | Cukup Praktis |
| $40\% \leq V_s \leq 60\%$ | Kurang Praktis |
| $20\% \leq V_s \leq 40\%$ | Tidak Praktis |
| $0\% \leq V_s \leq 20\%$ | Sangat Tidak Praktis |

Source: dimodifikasi dari Akbar (2013)

Keefektifan *virtual laboratory* berbasis Adobe Animate dinilai melalui angket respons siswa, tes kemampuan literasi matematis, serta observasi aktivitas peserta didik. Penilaian efektivitas menggunakan skala Likert seperti pada tahap sebelumnya. Persentase keefektifan berdasarkan angket siswa dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase Keefektifan } (Ve) = \frac{\text{Skor seluruh butir penilaian}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil dari persentase keefektifan yang diperoleh diklasifikasi dalam kriteria presentasi seperti yang disajikan pada tabel :

Tabel 5. Persentase Hasil Analisis Data Keefektifan

| Tingkat Keefektifan (e) | Kriteria Keefektifan |
|----------------------------------|----------------------|
| $81,00\% \leq V_e \leq 100,00\%$ | Sangat Efektif |
| $61,00\% \leq V_e \leq 81,00\%$ | Cukup Efektif |
| $41,00\% \leq V_e \leq 61,00\%$ | Kurang Efektif |
| $21,00\% \leq V_e \leq 41,00\%$ | Tidak Efektif |
| $00,00\% \leq V_e \leq 21,00\%$ | Sangat Tidak Efektif |

Source: dimodifikasi dari Akbar (2013)

Selanjutnya, kemampuan pemecahan masalah matematis siswa diukur melalui tes yang diberikan, kemudian nilai atau skor siswa dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Skor nilai} = \frac{\text{Skor perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Selanjutnya, untuk menentukan kategori dari nilai akhir yang diperoleh siswa, hasil perhitungan tersebut diinterpretasikan berdasarkan klasifikasi kemampuan pemecahan masalah matematis yang dipaparkan pada tabel berikut:

Tabel 6. Kategori Hasil Perhitungan Nilai Akhir

| Kriteria | Kategori |
|-------------------|-------------|
| $85 < x \leq 100$ | Sangat Baik |
| $70 < x \leq 85$ | Baik |
| $55 < x \leq 70$ | Cukup |
| $0 < x \leq 55$ | Kurang |

Source: Salim & Prajono (2018)

Perubahan kemampuan literasi matematis siswa dianalisis dengan uji N-Gain, yang dihitung berdasarkan nilai pretest dan posttest selama proses penelitian. Selisih antara kedua nilai tersebut disebut Gain. Adapun Rumus untuk menghitung N-Gain dapat dituliskan sebagai berikut:

$$N - \text{Gain}(g) = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai Pretest}}{\text{Skor maksimal ideal} - \text{Nilai Pretest}}$$

Kriteria interpretasi N-Gain bisa dilihat pada tabel:

Tabel 7. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

| <i>N-Gain</i> | Kriteria Interpretasi |
|-------------------------------------|-----------------------|
| $N - \text{Gain} > 0,7$ | Tinggi |
| $0,3 \leq N - \text{Gain} \leq 0,7$ | Sedang |
| $N - \text{Gain} \leq 0,3$ | Rendah |

Source: Safitri et al (2020)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil Uji Validitas

Tahap ini bertujuan menilai validitas *virtual laboratory* yang dikembangkan. Sebelum proses validasi dilakukan, instrumen penelitian telah divalidasi oleh ahli instrumen untuk memastikan kelayakan penggunaannya. Penilaian dilakukan melalui angket tertutup, tetapi validator tetap diberi kesempatan memberikan komentar dan saran secara terbuka. Selanjutnya, ahli materi menilai kesesuaian isi *virtual laboratory* berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi. Masukan yang diberikan menjadi acuan dalam memperbaiki dan menyempurnakan *virtual laboratory* agar lebih optimal digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 8. Data Hasil Validasi Desain

| Validator | No | Indikator Penilaian | Jumlah Skor yang Diperoleh | Persentase (%) |
|-------------|----|--|----------------------------|----------------|
| Desain | 1 | Tampilan | 15 | 100% |
| | 2 | Interaktivitas | 13 | 86,66% |
| | 3 | Navigasi dan Kemudahan Penggunaan | 10 | 100% |
| | 4 | Konsistensi Desain | 10 | 100% |
| | 5 | Feedback dan Evaluasi | 9 | 90% |
| | 6 | Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran | 10 | 100% |
| | 7 | Kesesuaian dengan Konteks Etnomatematika | 9 | 90% |
| | 8 | Stabilitas Media | 8 | 80% |
| | 9 | Bantuan/Petunjuk | 10 | 100% |
| Hasil Akhir | | | | 94% |
| Kriteria | | | | Sangat Valid |

Validator desain memberikan catatan bahwa *virtual laboratory* yang dikembangkan sudah menarik secara visual dan berpotensi meningkatkan perhatian siswa. Namun, tampilan media dinilai belum sepenuhnya merepresentasikan Candi Muaro Jambi secara utuh. Unsur etnomatematika yang ditampilkan masih perlu diperkaya, baik melalui penambahan elemen visual yang lebih mencerminkan keseluruhan kompleks candi maupun penyajian konteks budaya yang lebih menyeluruh. Saran ini diberikan agar integrasi budaya lokal menjadi lebih kuat dan autentik. Adapun hasil validasi desain memperoleh persentase 94%.

Tabel 9. Data Hasil Validasi Materi

| Validator | No | Indikator Penilaian | Jumlah Skor yang Diperoleh | Persentase (%) |
|-------------|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|
| Materi | 1 | Kesesuaian dengan CP & TP | 10 | 100% |
| | 2 | Indikator Pemecahan Masalah Matematis | 18 | 90% |
| | 3 | Integrasi Etnomatematika | 10 | 100% |
| | 4 | Kelengkapan Materi | 15 | 100% |
| | 5 | Keterpahaman & Ketercapaian | 10 | 100% |
| | 6 | Latihan & Evaluasi | 9 | 90% |
| Hasil Akhir | | | | 96% |
| Kriteria | | | | Sangat Valid |

Validator materi menilai bahwa materi dalam *virtual laboratory* telah disusun dengan runtut dan mudah diikuti, sehingga membantu memahami alur konsep yang disajikan. Namun, validator memberikan catatan terkait aspek kebahasaan. Bahasa yang digunakan perlu disesuaikan dengan kemampuan dan karakteristik peserta didik, baik dari segi pemilihan istilah, struktur kalimat, maupun gaya penulisan, agar tidak terlalu kompleks tetapi tetap akurat secara matematis. Penyesuaian ini diperlukan agar materi dapat dipahami dengan optimal dan tujuan pembelajaran dapat tercapai. Berdasarkan hasil pada Tabel 9, validasi materi memperoleh persentase 96%.

Hasil Uji Praktikalitas

Uji Coba Perorangan

Uji coba ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapat masukan awal dari guru matematika mengenai kepraktisan *virtual laboratory* sebelum diterapkan kepada siswa. Kegiatan ini melibatkan salah satu guru matematika kelas VIII di SMP Negeri 16 Kota Jambi. Instrumen yang digunakan berupa angket tertutup, namun validator tetap diberi ruang untuk menyampaikan komentar dan saran tambahan. Aspek yang dinilai mencakup kelayakan isi, kebahasaan, kelengkapan komponen, penyajian, dan kepraktisan. Hasil penilaian uji praktikalitas oleh guru disajikan pada lampiran bagian hasil penelitian.

Tabel 10. Data Hasil Angket Praktikalitas oleh Guru

| Instrumen | No | Aspek Penilaian | Jumlah Skor yang Diperoleh | Persentase (%) |
|--------------------------------------|----|---|----------------------------|----------------|
| Hasil Angket Praktikalitas oleh Guru | 1 | Kemudahan Penggunaan | 15 | 100 |
| | 2 | Efisiensi Waktu | 13 | 86,67 |
| | 3 | Kesesuaian dengan Kebutuhan Pembelajaran | 15 | 100 |
| | 4 | Keterjangkauan Akses | 14 | 93,33 |
| | 5 | Kelengkapan Fitur | 15 | 100 |
| | 6 | Interaktivitas | 14 | 93,33 |
| | 7 | Keterkaitan dengan Etnomatematika Candi Muaro Jambi | 10 | 100 |
| Hasil Akhir | | | 96% | |
| Kriteria | | | Sangat Praktis | |

Hasil pengisian angket praktikalitas oleh para responden oleh guru terlihat bahwa *virtual laboratory* yang dikembangkan mendapat nilai kepraktisan sebesar 96%. Persentase tersebut ada pada kategori “sangat praktis”, yang mengindikasikan bahwa media mudah digunakan, efisien, dan mendukung pembelajaran dengan baik. Dengan demikian, *virtual laboratory* dinyatakan sangat praktis dan layak diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Uji Coba Kelompok Kecil

Langkah selanjutnya yakni melaksanakan uji coba pada kelompok kecil yang terdiri dari 9 siswa mewakili kategori kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Pelaksanaan uji coba ini dilaksanakan pada siswa kelas VIII E SMP Negeri 16 Kota Jambi setelah peneliti berkoordinasi dengan wali kelas dan guru matematika untuk menentukan siswa yang sesuai dengan ketiga kategori tersebut. Kegiatan ini bertujuan melihat respons awal siswa terhadap penggunaan *virtual laboratory* yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan berupa angket tertutup untuk menilai tingkat kepraktisan media dari sudut pandang siswa, mencakup aspek kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran, aksesibilitas, kelengkapan fitur, interaktivitas, dan keterkaitan dengan etnomatematika Candi

Muaro Jambi. Selain penilaian angket, siswa juga diberikan kesempatan memberikan saran untuk perbaikan kualitas *virtual laboratory*.

Tabel 11. Data Hasil Angket Praktikalitas Siswa

| Instrumen | No | Aspek Penilaian | Jumlah Skor yang Diperoleh | Persentase (%) |
|---------------------------------------|----|---|----------------------------|----------------|
| Hasil Angket Praktikalitas oleh Siswa | 1 | Kemudahan Penggunaan | 126 | 93,33 |
| | 2 | Efisiensi Waktu | 128 | 94,81 |
| | 3 | Kesesuaian dengan Kebutuhan Pembelajaran | 121 | 89,63 |
| | 4 | Keterjangkauan Akses | 129 | 95,55 |
| | 5 | Kelengkapan Fitur | 130 | 96,30 |
| | 6 | Interaktivitas | 128 | 94,81 |
| | 7 | Keterkaitan dengan Etnomatematika Candi Muaro Jambi | 81 | 90 |
| Hasil Akhir | | | 93,67% | |
| Kriteria | | | Sangat Praktis | |

Hasil angket praktikalitas dari siswa menunjukkan bahwa *virtual laboratory* memperoleh nilai kepraktisan sebesar 93,67%. Persentase tersebut berada dalam kategori “sangat praktis”, yang memperlihatkan bahwa media tersebut mudah digunakan, efisien, dan mendukung proses pembelajaran. Dengan demikian, *virtual laboratory* dinyatakan sangat praktis serta layak diterapkan dalam kegiatan belajar di kelas.

Uji Efektivitas

Uji Coba Lapangan

Tahap berikutnya adalah uji coba lapangan, yaitu penerapan *virtual laboratory* yang telah divalidasi dan “disempurnakan sesuai dengan masukan yang diberikan oleh para ahli. Uji coba ini dilaksanakan di kelas VIII E SMP Negeri 16 Kota Jambi dengan total 32 peserta didik, terdiri dari 18 siswa laki-laki dan 14 siswa perempuan. Tujuan utama kegiatan ini adalah memperoleh respons siswa serta menilai efektivitas *virtual laboratory* dalam mendukung pembelajaran matematika.

Pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* berlangsung selama empat pertemuan. Pertemuan pertama digunakan untuk pretest guna mengukur kemampuan pemecahan masalah awal siswa, dua pertemuan berikutnya untuk kegiatan pembelajaran menggunakan *virtual laboratory*, dan pertemuan terakhir untuk posttest serta pengisian angket respons siswa. Seluruh rangkaian kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat efektivitas *virtual laboratory* dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Sebelum pelaksanaan, peneliti berkoordinasi dengan wali kelas dan guru matematika untuk memperoleh izin penggunaan telepon genggam sebagai media pembelajaran digital.

Pertemuan Pertama

Pertemuan pertama diselenggarakan pada hari Selasa, 21 Oktober 2025 selama 2×40 menit dengan melibatkan 32 siswa kelas VIII E SMP Negeri 16 Kota Jambi. Pembelajaran mengikuti RPP yang telah disusun dan dibuka dengan pengenalan serta penyampaian tujuan penelitian. Setelah salam dan apersepsi singkat, peneliti membagikan lembar pre-test kepada seluruh siswa dan memberikan waktu 40 menit untuk pengerjaan. Hasil pre-test disajikan pada tabel berikut.

Tabel 12. Data Hasil Pretest Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

| No | Kode | Skor |
|-----------|------|---------------|
| 1 | S1 | 31.25 |
| 2 | S2 | 25 |
| 3 | S3 | 37.5 |
| 4 | S4 | 43.75 |
| 5 | S5 | 18.75 |
| 6 | S6 | 31.25 |
| 7 | S7 | 25 |
| 8 | S8 | 43.75 |
| 9 | S9 | 37.5 |
| 10 | S10 | 25 |
| 11 | S11 | 31.25 |
| 12 | S12 | 18.75 |
| 13 | S13 | 43.75 |
| 14 | S14 | 37.5 |
| 15 | S15 | 31.25 |
| 16 | S16 | 25 |
| 17 | S17 | 43.75 |
| 18 | S18 | 37.5 |
| 19 | S19 | 18.75 |
| 20 | S20 | 31.25 |
| 21 | S21 | 25 |
| 22 | S22 | 37.5 |
| 23 | S23 | 31.25 |
| 24 | S24 | 18.75 |
| 25 | S25 | 43.75 |
| 26 | S26 | 25 |
| 27 | S27 | 31.25 |
| 28 | S28 | 37.5 |
| 29 | S29 | 18.75 |
| 30 | S30 | 31.25 |
| 31 | S31 | 43.75 |
| 32 | S32 | 25 |
| Rata-rata | | 31.44531 |
| Kategori | | Sangat Rendah |

Pertemuan Kedua

Pertemuan kedua berlangsung pada Rabu, 22 Oktober 2025. Kegiatan diawali dengan salam, pengecekan kehadiran, dan persiapan belajar oleh siswa. Peneliti kemudian melakukan apersepsi dengan meninjau kembali materi sebelumnya, yaitu kuadrat bilangan, akar kuadrat, dan segitiga siku-siku. Siswa menunjukkan antusiasme saat menanggapi pertanyaan yang diberikan. Setelah itu, peneliti mengemukakan tujuan yang ingin dicapai dalam pembelajaran dan memperkenalkan materi utama, yaitu Teorema Pythagoras, beserta keterapannya dalam kehidupan sehari-hari agar pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna

Pertemuan Ketiga

Pertemuan ketiga berlangsung pada Selasa, 28 Oktober 2025. Kegiatan dimulai dengan salam, pengecekan kehadiran, dan persiapan belajar oleh siswa. Peneliti kemudian melakukan apersepsi melalui tanya jawab untuk meninjau kembali materi sebelumnya, yaitu dalil Pythagoras. Selanjutnya, peneliti memaparkan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan mengenai keterkaitan teorema Pythagoras dengan kehidupan sehari-hari guna meningkatkan motivasi belajar siswa.

Pertemuan Keempat

Pertemuan keempat dibuka dengan salam, pengecekan kehadiran, serta umpan balik singkat mengenai materi Teorema Pythagoras yang sudah dipelajari. Peneliti kemudian menyampaikan bahwa pertemuan ini akan diisi dengan tes kemampuan pemecahan masalah matematis dan pengisian angket efektivitas untuk menilai sejauh mana *virtual laboratory* membantu pemahaman siswa. Sebelum tes dimulai, siswa diberi waktu untuk menyampaikan pertanyaan mengenai bagian materi yang belum mereka pahami. Selanjutnya, peneliti membagikan angket efektivitas yang menilai beberapa aspek, yakni pemahaman dan penyelesaian masalah, keterlibatan belajar, kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, integrasi etnomatematika Candi Muaro Jambi, serta retensi dan penerapan konsep. Selain penilaian tertutup, siswa juga dapat menuliskan komentar dan saran. Hasil angket efektivitas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 13. Data Hasil Angket Efektivitas siswa

| Instrumen | No | Aspek Penilaian | Jumlah Skor yang Diperoleh | Persentase (%) |
|-------------------------------------|----|--|----------------------------|----------------|
| Hasil Angket Efektivitas oleh Siswa | 1 | Pemahaman & Penyelesaian Masalah | 574 | 89,7 |
| | 2 | Keterlibatan Belajar | 291 | 90,9 |
| | 3 | Kemudahan Penggunaan | 289 | 90,3 |
| | 4 | Kebermanfaatan | 463 | 96,5 |
| | 5 | Integrasi Etnomatematika (Candi Muaro Jambi) | 297 | 92,8 |
| | 6 | Retensi & Penerapan | 288 | 90 |
| Hasil Akhir | | | 91,75% | |
| Kriteria | | | Sangat Praktis | |

Berdasarkan Tabel 13, *virtual laboratory* memperoleh tingkat keefektifan sebesar 91,75%, sehingga termasuk dalam kategori sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Setelah pengisian angket efektivitas, kegiatan dilanjutkan dengan pelaksanaan tes kemampuan pemecahan masalah berupa dua soal uraian. Siswa diminta menuliskan jawaban beserta langkah penyelesaiannya secara lengkap pada lembar jawaban. Hasil post-test disajikan pada tabel berikut.

Tabel 14. Data Hasil Posttest Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

| No | Kode | Skor |
|-----------|------|----------|
| 1 | S1 | 81.25 |
| 2 | S2 | 75 |
| 3 | S3 | 87.5 |
| 4 | S4 | 93.75 |
| 5 | S5 | 68.75 |
| 6 | S6 | 81.25 |
| 7 | S7 | 75 |
| 8 | S8 | 87.5 |
| 9 | S9 | 81.25 |
| 10 | S10 | 68.75 |
| 11 | S11 | 75 |
| 12 | S12 | 62.5 |
| 13 | S13 | 87.5 |
| 14 | S14 | 81.25 |
| 15 | S15 | 75 |
| 16 | S16 | 68.75 |
| 17 | S17 | 87.5 |
| 18 | S18 | 81.25 |
| 19 | S19 | 68.75 |
| 20 | S20 | 75 |
| 21 | S21 | 75 |
| 22 | S22 | 81.25 |
| 23 | S23 | 81.25 |
| 24 | S24 | 62.5 |
| 25 | S25 | 93.75 |
| 26 | S26 | 68.75 |
| 27 | S27 | 81.25 |
| 28 | S28 | 87.5 |
| 29 | S29 | 68.75 |
| 30 | S30 | 81.25 |
| 31 | S31 | 87.5 |
| 32 | S32 | 75 |
| Rata rata | | 78.32031 |
| Kategori | | Tinggi |

Berdasarkan tabel tersebut, nilai rata-rata tes kemampuan pemecahan masalah matematis pada siswa kelas VIII E adalah 78,32%, yang berkategori tinggi. Temuan ini memperlihatkan bahwa pemakaian bahan ajar berbasis *virtual laboratory* efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa setelah menggunakan *virtual laboratory* dianalisis melalui perhitungan nilai gain, yang disajikan sebagai berikut.

$$g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

$$g = \frac{78.32031 - 31.44531}{100 - 31.44531}$$

$$g = \frac{46.875}{68.55469}$$

$$g = 0.6837606588$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa skor N-gain kemampuan pemecahan masalah matematis siswa mencapai 0,68, yang termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini, bersama hasil uji coba lapangan, menegaskan bahwa *virtual laboratory* efektif digunakan oleh 32 siswa karena memenuhi kriteria keefektifan dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Dari total siswa, 14 mengalami peningkatan pada kategori sedang dan 18 pada kategori tinggi. Dengan demikian, bahan ajar *virtual laboratory* dinyatakan layak dan efektif untuk mendukung proses pembelajaran

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa bahan ajar *virtual laboratory* berbasis etnomatematika yang dikembangkan melalui tahapan model 4-D telah memenuhi seluruh kriteria kualitas produk, yaitu valid, praktis, dan efektif. Media pembelajaran berbasis teknologi pada dasarnya memiliki karakter interaktif yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan menantang. Selain itu, penggunaan teknologi memungkinkan penyajian visualisasi yang lebih jelas dan konkret terhadap konsep matematika yang sifatnya abstrak, sehingga memudahkan siswa dalam memahami materi tersebut secara lebih mendalam. Teknologi juga memberikan keunggulan berupa umpan balik yang cepat dan akurat, sehingga siswa dapat segera mengetahui kesalahan ataupun kemajuan mereka selama proses pembelajaran berlangsung. Saat siswa menyelesaikan soal atau tugas matematis melalui aplikasi atau perangkat lunak, mereka memperoleh umpan balik secara langsung yang membantu mengidentifikasi kesalahan dan memperbaikinya dengan segera (Ratih Noverlika et al., 2024). Salah satu bentuk bahan ajar berbasis teknologi tersebut adalah *virtual laboratory* yang dapat mendukung pembelajaran secara efektif.

Penggunaan *virtual laboratory* berbasis etnomatematika dipilih karena sesuai dengan pendapat Sekar Sekar Wulan & Jatmiko (2024) yang menyatakan bahwa etnomatematika berperan penting dalam mendukung pemahaman konsep dasar matematika. Pendekatan ini memberi

kesempatan kepada siswa untuk memanfaatkan pengetahuan sosial dan budaya yang telah mereka miliki sebagai bagian dari proses belajar. Melalui pembelajaran etnomatematika, siswa dapat mengaitkan materi matematika dengan pengalaman dan budaya sehari-hari, sehingga lebih mudah memahami konsep, mengolah informasi, serta memecahkan masalah secara kreatif dan mandiri (Waluya, 2022).

Tahap selanjutnya adalah uji kepraktisan *virtual laboratory* melalui uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil. Pada uji coba perorangan, angket kepraktisan diberikan kepada guru matematika yang menilai aspek kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran, keterjangkauan akses, kelengkapan fitur, interaktivitas, serta keterkaitan dengan etnomatematika Candi Muaro Jambi. Hasil penilaian menunjukkan skor 96% dengan kategori sangat praktis. Guru juga memberikan beberapa saran perbaikan yang digunakan sebagai dasar revisi, seperti penyederhanaan tampilan, penyesuaian alur navigasi, dan penguatan konteks budaya dalam penyajian materi. Pelaksanaan uji coba kelompok kecil melibatkan 9 siswa yang berkategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Penilaian menggunakan angket praktikalitas yang mencakup aspek-aspek serupa dengan uji perorangan. Setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan Kegiatan Belajar 1 pada *virtual laboratory*, diperoleh skor kepraktisan sebesar 93,67%, termasuk kategori sangat praktis. Siswa menilai bahwa media mudah digunakan, membantu memahami materi dengan lebih efisien, dapat diakses melalui HP tanpa internet, memiliki fitur interaktif, serta memuat ilustrasi dan soal kontekstual yang mencerminkan etnomatematika Candi Muaro Jambi. Setelah media dinyatakan valid dan praktis, dilakukan uji efektivitas melalui angket dan tes kemampuan pemecahan masalah matematis pada siswa kelas VIII E. Aspek efektivitas yang dinilai meliputi pemahaman dan penyelesaian masalah, keterlibatan belajar, kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, integrasi etnomatematika, serta retensi dan penerapan konsep. Selama pembelajaran, siswa menunjukkan antusiasme tinggi karena penggunaan smartphone dan integrasi konteks budaya lokal. Hasil angket menunjukkan nilai 91,75% (kategori sangat efektif). Selain itu, terjadi peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis dengan skor rata-rata post-test sebesar 78,32 dan nilai gain 0,68, yang menunjukkan peningkatan pada kategori sedang. Secara keseluruhan, 14 siswa berada pada kategori peningkatan sedang dan 18 siswa pada kategori tinggi, sehingga *virtual laboratory* berbasis etnomatematika dinyatakan efektif mendukung peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa *virtual laboratory* berbasis etnomatematika yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Keefektifan laboratorium virtual berbasis etnomatematika dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa tidak terlepas dari karakteristik media yang bersifat visual, interaktif, dan kontekstual. Virtual laboratory memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep Teorema Pythagoras melalui simulasi dan visualisasi, sehingga membantu mengurangi tingkat keabstrakan materi matematika. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar yang bermakna. Integrasi etnomatematika Candi Muaro Jambi juga memberikan konteks nyata yang dekat dengan kehidupan siswa, sehingga mendorong siswa untuk memahami masalah, merencanakan strategi penyelesaian, serta mengevaluasi solusi

secara lebih sistematis. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Sari et al., 2022) yang menyatakan bahwa virtual laboratory mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui pembelajaran berbasis eksplorasi, serta penelitian (Yenti et al., 2022) yang menunjukkan bahwa media berbasis etnomatematika dapat meningkatkan pemahaman konsep geometri secara kontekstual. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung temuan (Fauzi et al., 2021) yang menyimpulkan bahwa integrasi etnomatematika dalam media digital mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Namun demikian, berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang hanya berfungsi sebagai media pendukung atau latihan konsep, laboratorium virtual dalam penelitian ini dirancang secara khusus untuk melatih tahapan pemecahan masalah matematis, sehingga memberikan kontribusi baru dalam pengembangan media pembelajaran matematika berbasis budaya dan teknologi.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan laboratorium virtual berbasis etnomatematika Candi Muaro Jambi memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran matematika, khususnya dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi Teorema Pythagoras. Media yang dikembangkan mampu memfasilitasi siswa untuk memahami konsep secara lebih bermakna melalui visualisasi, eksplorasi, dan latihan kontekstual yang terintegrasi dengan budaya lokal. Integrasi etnomatematika dalam lingkungan virtual tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif serta kemampuan berpikir sistematis dalam menyelesaikan permasalahan matematis. Temuan ini menguatkan bahwa pemanfaatan teknologi pembelajaran yang dikombinasikan dengan konteks budaya lokal dapat menjadi alternatif strategis dalam pembelajaran matematika di tingkat SMP. Oleh karena itu, laboratorium virtual berbasis etnomatematika berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai media pembelajaran inovatif yang mendukung pembelajaran kontekstual dan berorientasi pada penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

5. REKOMENDASI

Rekomendasi untuk peneliti selanjutnya adalah mengembangkan *virtual laboratory* serupa pada topik matematika yang berbeda atau pada jenjang pendidikan yang berbeda. Selain itu, penelitian mendatang juga dapat menggabungkan fitur interaktif yang lebih beragam atau memanfaatkan teknologi berbasis augmented reality untuk semakin meningkatkan keterlibatan serta efektivitas media pembelajaran.

6. DAFTAR PUSTAKA

Adelia Putri Lubis, Carlia Dermasari Sirait, Elvi Mailani, Luciana Chris May Purba, Maya Alemina Ketaren, & Sofia Maharaja. (2024). Efektivitas Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika Untuk Penguatan Nilai Budaya. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(5), 228–235. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i5.242>

- Ambrosio, U. D. ' (1985). *Ethnomathematics and its Place in the History and Pedagogy of Mathematics*.
- Dewi, N. P. D. M., & Agustika, G. N. S. (2022). E-LKPD Interaktif berbasis Etnomatematika Jejahitan Bali pada Materi Bangun Datar Kelas IV SD. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 10(1), 94–104. <https://doi.org/10.23887/jjpgsd.v10i1.45350>
- Falani, I., & Nurhidayati, R. (2021). Studi Tentang Peranan Online Game pada Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *MENDIDIK: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(1), 7–13. <https://doi.org/10.30653/003.202171.140>
- Faqih, A., Nurdiawan, O., & Setiawan, A. (2021). Pengembangan Media pembelajaran Multimedia Interaktif Alat Masak Tradisional Berbasis Etnomatematika. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Alat Masak Tradisional Berbasis Etnomatematika*, 10(2). <http://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa>
- Fauzi, A., Buchori, A., Wulandari, D., & PGRI Semarang, U. (2021). Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Pengembangan Media Berbasis Android dengan Fitur Augemented Reality Menggunakan Pendekatan Etnomatematika Materi Bangun Ruang Sisi Datar Di SMP. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(6), 484–495.
- Hafizah Zulfi, & Samosir Katrina. (2023). Pengembangan-Media-Pembelajaran-Interaktif-Berbasis-Aplikasi-Canva-untuk-Meningkatkan-Kemampuan-Pemecahan-Masalah-Matematis-Siswa-Kelas-VIII-SMP-Nurul-Islam-Indonesia-Medan. *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*.
- Hanggara, Y., Aisyah, S. H., & Amelia, F. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa ditinjau dari perbedaan gender. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 189–201.
- Hidayat, R., Yanti Siregar, E., & Elindra, R. (2022). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RENDAHNYA KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA DI SMK SWASTA TERUNA PADANGSIDIMPUAN. In *Mathematic Education Journal* MathEdu (Vol. 5, Issue 3). <http://journal.ipts.ac.id/index.php/>
- İDİL, Ş., GÜLEN, S., & DÖNMEZ, İ. (2024). What Should We Understand from PISA 2022 Results? *Journal of STEAM Education*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.55290/steam.1415261>
- Indriana, L., & Maryati, I. (2021). *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi Segiempat dan Segitiga di Kampung Sukagalih*.
- Kurniawan, N., & Falani, I. (2025). A Modern Approach to the Accuracy of Assessment of Mathematical Creative Thinking Ability of Junior High School Students Through Graded Response Models. *Journal of Educational Sciences*, 9(4), 2277–2288. <https://doi.org/10.31258/jes.9.4.p.2277-2288>

- Kurniawati, D., Ekayanti, A., Keguruan, F., Pendidikan universitas, I., & Ponorogo, M. (2020). *PENTINGNYA BERPIKIR KRITIS DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA*. <https://doi.org/10.31604/ptk.v3i2.107-114>
- Laia, H. T., & Harefa, D. (2021). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 463. <https://doi.org/10.37905/aksara.7.2.463-474.2021>
- Mashuri, S. (2023). *KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PISA*. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPMat/index>
- Nuha, N. T., Putri, S. A., Azzunkha, P. L., & Susilo, B. E. (2024). Kajian Teori: Pendekatan Pembelajaran Kontekstual Guna Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 324–327. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Nurhasanah, D. S., & Luritawaty, I. P. (2021). Model Pembelajaran REACT Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. In *PLUSMINUS: Jurnal Pendidikan Matematika* (Vol. 1, Issue 1).
- Purwanto, P. (2018). *TEKNIK PENYUSUNAN INSTRUMEN UJI VALIDITAS DAN RELIABILITAS PENELITIAN EKONOMI SYARIAH*.
- Rahim, R., & Rahman, M. A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Quizizz Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(1), 232. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i1.1845>
- Ratih Noverlika, Mujahidawati, M., & Ilham Falani. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Wegos (Web Google Sites) Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 14(2), 365–372. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i2.1524>
- Ratnasari, E., Syefrinando, B., Sukarno, dan, & Fisika UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, T. (2023). PENGARUH PENGGUNAAN VIRTUAL PHYSICS LABORATORY TERHADAP PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DI KELAS XII SMA. *Education Journal (PSEJ) Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 3(2).
- Rokhim, D., Asrori, M., & Widarti, H. (2020). Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(2), 216–226. <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>
- Sanimah, S., Haniyyah, U., & Rambe, I. W. (2024). Kajian Kelebihan dan Kelemahan Penggunaan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 129–137. <https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9815>

- Sari, R. T., Angreni, & salsa. (2022). Pengembangan virtual-lab berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 391–402.
- Sekar Wulan, & Jatmiko. (2024). *Seminar Nasional Analisis Peran Etnomatematika dalam Pembelajaran Matematika*.
- Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S, & Melvyn I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana University.
- Sri Agustin, A., Sekarwati, M., Asdi Elvistoni, M., & Tsani Latifah, N. (2023). ETNOMATEMATIKA PADA KEBUDAYAAN JAWA DALAM MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS SISWA. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika IV (Sandika IV (Vol. 4)*.
- Sriwahyuni, K., & Maryati, I. (2022). *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa pada Materi Statistika*.
- Tayfour, E. A., & Alibraheim, E. A. (2024). Revolutionizing Elementary Mathematics Education Through Virtual Labs. *International Electronic Journal of Elementary Education* , 17(1), 71–87. <https://doi.org/10.26822/iejee.2024.364>
- Trisnani, N. (2022). Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar: Antara Kepercayaan Vs Realita. *AR-RIAYAH : Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(1), 49. <https://doi.org/10.29240/jpd.v6i1.4034>
- Ultra Gusteti, M. (2022). *PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI KURIKULUM MERDEKA*. 3(3), 2022. <https://doi.org/10.46306/lb.v3i3>
- Ulva, M., Rizki Amalia, dan, & Riau, K. (2020). PROSES PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA ANAK BERKEBUTUHAN KHUSUS(AUTISME) DI SEKOLAH INKLUSIF. In *JOURNAL ON TEACHER EDUCATION Research & Learning in Faculty of Education JOURNAL ON TEACHER* (Vol. 1).
- Waluya, S. (2022). *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis pada Pembelajaran Berbasis Etnomatematika*. 06(02), 1751–1760.
- Yenti, I. N., Putri, M. V., & Maris, I. M. (2022). PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF BERBASIS ETNOMATEMATIKA MENGGUNAKAN LECTORA INSPIRE UNTUK MATERI SEGITIGA DAN SEGIEMPAT. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 2847. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6030>