

Pengembangan bahan ajar virtual reality berbasis etnomatematika untuk meningkatkan literasi matematis peserta didik dengan pendekatan diferensiasi

Nurul Septiyani Ayu Purwanti^a, Poppy Yaniawati^b, Nenden Mutiara Sari^c

^aSMA Negeri 15 Bandung, Indonesia

^{b,c}Universitas Pasundan, Bandung, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:
Virtual Reality,
Etnomatematika,
Literasi Matematis,
Pendekatan Berdiferensiasi,
Gaya Belajar, Model ADDIE,
Pengembangan Bahan Ajar

Hasil survei PISA 2022 menunjukkan bahwa literasi matematis peserta didik di Indonesia masih rendah, dengan skor rata-rata 366 dan peringkat 70 dari 85 negara. Salah satu strategi untuk meningkatkan literasi matematis adalah melalui pendekatan etnomatematika, yang menghubungkan konsep matematika dengan budaya lokal. Namun, efektivitas pembelajaran berbasis etnomatematika dapat bervariasi tergantung pada gaya belajar peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berbasis Virtual Reality (VR) dengan pendekatan etnomatematika serta mengukur efektivitasnya dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik berdasarkan gaya belajar (visual, auditori, dan kinestetik). Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar VR berbasis etnomatematika lebih efektif dibandingkan metode konvensional dalam meningkatkan literasi matematis. Selain itu, pendekatan berdiferensiasi yang memperhitungkan gaya belajar peserta didik berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman dan motivasi belajar. Pembelajaran berbasis VR juga mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, terutama bagi mereka dengan gaya belajar visual dan kinestetik. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi VR dalam pendidikan matematika dapat menjadi solusi inovatif dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan efektif.

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu bidang ilmu yang memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan mempelajari matematika, peserta didik dapat memiliki kemampuan pemecahan masalah (Yunaeti dkk., 2021). Selain itu, kemampuan literasi matematis merupakan elemen penting yang dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah tersebut

(Samosir dkk., 2022; Fadillah & Ni'mah, 2019). Kemampuan literasi matematis tersebut mencakup kemampuan untuk merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan konsep-konsep matematika.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan literasi matematis adalah etnomatematika (Putri dkk., 2024). Etnomatematika adalah pendekatan pembelajaran yang menghubungkan

konsep-konsep matematika dengan budaya lokal (Rosida dkk., 2018). Pendekatan ini dapat membuat pembelajaran matematika lebih relevan dan menarik bagi peserta didik, karena mengaitkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari mereka (Yudhi & Septiani, 2024). Dengan mengintegrasikan etnomatematika dalam bahan ajar, diharapkan peserta didik dapat lebih mudah memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep matematika, sehingga kemampuan literasi matematis mereka meningkat (Dahlan & Permatasari, 2018; Sumliyah dkk., 2019).

2. Latar Belakang

Berdasarkan hasil survei PISA 2022, skor kemampuan literasi matematis peserta didik di Indonesia masih rendah, yaitu mengalami penurunan 13 poin serta berada di peringkat 70 dari 85 negara dengan nilai rata-rata 366 (OECD, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan upaya yang lebih besar untuk meningkatkan literasi matematis peserta didik. Untuk memastikan efektivitas penerapan etnomatematika dalam pembelajaran, perlu dipertimbangkan berbagai gaya belajar peserta didik. Setiap individu memiliki cara yang berbeda dalam memproses informasi dan belajar, sehingga bahan ajar yang dirancang harus mampu memenuhi kebutuhan belajar yang beragam (Andriani & Nugraheni, 2024). Oleh karena itu, pendekatan diferensiasi menjadi penting dalam pembelajaran matematika. Pendekatan berdiferensiasi merupakan strategi yang menyesuaikan pengajaran agar sesuai dengan gaya belajar masing-masing peserta didik (Nursanti dkk., 2024). Dengan memahami bahwa setiap siswa memiliki cara belajar yang berbeda, pendekatan ini memungkinkan guru untuk merancang materi yang lebih efektif dan menyenangkan. Misalnya, pembelajar visual dapat diuntungkan dengan diagram dan grafik, sementara pembelajar auditori mungkin lebih efektif belajar melalui diskusi dan ceramah (Shabiralyani dkk., 2015; Alabi, 2024). Pendekatan ini juga memiliki dampak yang signifikan pada hasil belajar siswa secara keseluruhan. Salah satu teknologi yang dapat membantu dalam pendekatan diferensiasi ini adalah *virtual reality* (VR).

Media pembelajaran berbasis VR dapat menciptakan pengalaman belajar yang immersif dan interaktif, memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek dan situasi yang sulit diakses dalam kehidupan nyata (Safarati & Zura, 2024). Di era teknologi informasi yang semakin maju, penerapan VR dalam pendidikan terus berkembang pesat (Eldiana dkk., 2022). Media VR dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam, sehingga dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik

(Attalina dkk., 2024; Muhyiddin dkk., 2023). Penggunaan VR dalam bahan ajar etnomatematika diharapkan dapat membuat pembelajaran matematika menjadi lebih menarik dan efektif, serta membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep matematika secara lebih mendalam.

Pengembangan bahan ajar virtual ini perlu dilakukan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih immersif (Bahari dkk., 2023), relevan, dan adaptif bagi semua siswa (Morgan, 2014). Pendekatan diferensiasi memungkinkan bahan ajar untuk disesuaikan dengan kebutuhan, minat, dan kemampuan individu, sehingga setiap siswa mendapatkan dukungan yang sesuai untuk mencapai potensi maksimal mereka (Khulisoh, 2022). Ditinjau dari gaya belajar, penggunaan teknologi VR ini juga memberikan kesempatan untuk menyajikan materi dengan berbagai cara, seperti visual, auditori, dan kinestetik (Allcoat & Mühlenen, 2018), yang dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa (Freina & Ott, 2015). Dengan demikian, integrasi VR dan etnomatematika yang dipersonalisasi menjadikan proses belajar-mengajar lebih efektif, menarik, dan inklusif.

Selanjutnya dalam penelitian ini, akan dilakukan pengukuran efektivitas bahan ajar VR yang telah dikembangkan. Mengukur efektivitas bahan ajar ini sangat penting karena memberikan data empiris untuk menilai sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, terutama dalam mengintegrasikan konsep-konsep matematis dengan budaya lokal. Pengukuran efektivitas juga membantu mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan bahan ajar, sehingga perbaikan dan penyempurnaan dapat dilakukan agar semakin efektif dan relevan dengan kebutuhan siswa. Oleh karena itu, pengukuran efektivitas menjadi langkah kritis dalam memastikan kualitas dan keberhasilan implementasi bahan ajar VR berbasis etnomatematika di lingkungan pendidikan.

Penelitian ini juga membandingkan kemampuan literasi yang memperoleh bahan ajar VR dengan kelas yang memperoleh pembelajaran konvensional. Perbandingan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi apakah penggunaan teknologi VR dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan matematis siswa secara signifikan dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. Analisis ini juga dapat mengungkap aspek-aspek mana yang lebih unggul dalam setiap metode, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Oleh karena itu, hasil perbandingan ini berkontribusi dalam memberikan bukti empiris yang kuat untuk

mendukung adopsi teknologi VR dalam pendidikan matematika.

Terakhir, penelitian ini juga melakukan perbandingan literasi matematis berdasarkan gaya belajar antara kelas yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika dengan pendekatan berdiferensiasi dan kelas yang memperoleh pembelajaran konvensional. Hal ini sangat penting untuk mengevaluasi keefektifan metode pembelajaran baru yang telah dikembangkan. Perbandingan ini membantu untuk memahami bagaimana setiap pendekatan pembelajaran mampu memenuhi kebutuhan belajar siswa dengan berbagai gaya belajar, apakah visual, auditori, kinestetik, atau kombinasi dari gaya-gaya tersebut. Penelitian ini juga memberikan wawasan mengenai sejauh mana bahan ajar VR dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam pembelajaran matematika dibandingkan dengan metode konvensional. Dengan demikian, hasil perbandingan ini dapat menjadi landasan untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih inklusif dan efektif dalam meningkatkan literasi matematis siswa.

Oleh karena itu, secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengukur efektivitas bahan ajar *virtual reality* berbasis etnomatematika dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik, serta membandingkan hasil literasi matematis siswa berdasarkan gaya belajar di kelas yang menggunakan bahan ajar VR dengan kelas yang memperoleh pembelajaran konvensional.

3. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) untuk mengembangkan bahan ajar berbasis *Virtual Reality* (VR) dengan pendekatan etnomatematika. Model ADDIE dipilih karena menyediakan langkah-langkah yang sistematis dalam pengembangan media pembelajaran, dimulai dari tahap analisis kebutuhan hingga evaluasi efektivitas produk yang dikembangkan (Indrawan & Yaniawati, 2017). Selain itu, penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen dengan metode *Posttest-Only Control Group Design*, di mana peserta didik dibagi menjadi dua kelompok: kelas eksperimen, yang menggunakan bahan ajar berbasis VR dengan pendekatan etnomatematika, dan kelas kontrol, yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Desain ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan dalam literasi matematis peserta

didik setelah diberikan perlakuan yang berbeda (Sugiyono, 2017).

Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik tingkat SMA, yang sedang mempelajari materi trigonometri. Sampel penelitian dipilih menggunakan metode purposive sampling, yaitu peserta didik dari dua kelas yang memiliki kemampuan akademik yang relatif seimbang. Kelas eksperimen menerima pembelajaran dengan bahan ajar berbasis VR berbasis etnomatematika, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran tanpa penggunaan VR. Selain itu, penelitian ini juga mengkategorikan peserta didik berdasarkan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik untuk menguji efektivitas pendekatan diferensiasi dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik (Putri & Harahap, 2021).

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahap utama. Pertama, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kesulitan peserta didik dalam memahami konsep matematika serta mengkaji literatur terkait efektivitas VR dan etnomatematika dalam pembelajaran matematika. Identifikasi gaya belajar peserta didik dilakukan melalui angket berbasis platform Akupintar untuk mengklasifikasikan peserta didik berdasarkan preferensi pembelajaran mereka (Jannah & Cahyadi, 2024). Selanjutnya, pada tahap pengembangan bahan ajar, penelitian ini mengikuti model ADDIE, yang terdiri dari lima tahapan utama: (1) Analysis, yaitu analisis kebutuhan dan studi literatur; (2) Design, yaitu perancangan konten pembelajaran berbasis etnomatematika dan pengintegrasian elemen interaktif VR; (3) Development, yaitu pembuatan model VR, validasi oleh ahli media dan ahli materi, serta revisi berdasarkan masukan para ahli; (4) Implementation, yaitu penerapan bahan ajar VR dalam kelas eksperimen; dan (5) Evaluation, yaitu pengukuran efektivitas bahan ajar menggunakan metode pretest-posttest serta analisis data hasil pembelajaran peserta didik (Indrawan & Yaniawati, 2017).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tes literasi matematis, angket gaya belajar, wawancara, dan studi dokumentasi. Tes literasi matematis disusun dalam bentuk soal uraian berdasarkan indikator literasi matematis PISA dan diberikan sebagai posttest setelah pembelajaran selesai untuk mengukur perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kontrol (Setiani dkk., 2023). Angket gaya belajar digunakan untuk mengkategorikan peserta didik ke dalam kelompok visual, auditori, dan kinestetik guna mengidentifikasi bagaimana preferensi belajar mereka berpengaruh terhadap hasil literasi matematis (Syawahid & Putrawangsa, 2017). Wawancara dilakukan untuk memperoleh data

kualitatif terkait pengalaman peserta didik saat menggunakan bahan ajar berbasis VR, sedangkan studi dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan catatan observasi serta dokumen yang relevan guna mendukung hasil penelitian (Indrawan & Yaniawati, 2017).

Analisis data dalam penelitian ini mencakup analisis kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji *Mann-Whitney U* untuk membandingkan hasil *posttest* antara kelompok eksperimen dan kontrol, *One-Way ANOVA* untuk menguji perbedaan literasi matematis berdasarkan gaya belajar peserta didik, serta *Wilcoxon Signed Rank Test* untuk mengukur efektivitas bahan ajar melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* dalam kelompok eksperimen (Hasanah dkk., 2024; Fitriani dkk., 2023). Selain itu, untuk mengetahui sejauh mana bahan ajar VR berbasis etnomatematika memberikan dampak terhadap peningkatan literasi matematis, dilakukan perhitungan *effect size* (d-Cohen) (Murphy & Myors, 2020). Berikut adalah rumus *effect size* untuk satu kelompok (*single group*).

$$d = \frac{M_t - M_c}{SD_t}$$

Keterangan :

d : *effect size*

M_t : Rata-rata *posttest*

M_c : Rata-rata *pretes*

SD_t : Standar deviasi *posttest*

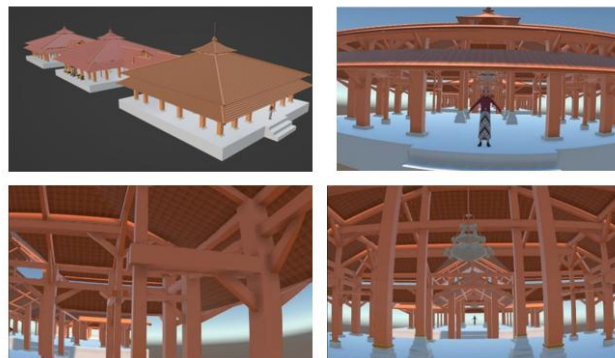
Efektivitas bahan ajar juga dianalisis berdasarkan ketuntasan belajar, dengan menentukan persentase peserta didik yang mencapai nilai di atas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) (Rosna, 2018).

4. Hasil

4.1 Pengembangan Bahan Ajar *Virtual Reality* Berbasis Etnomatematika

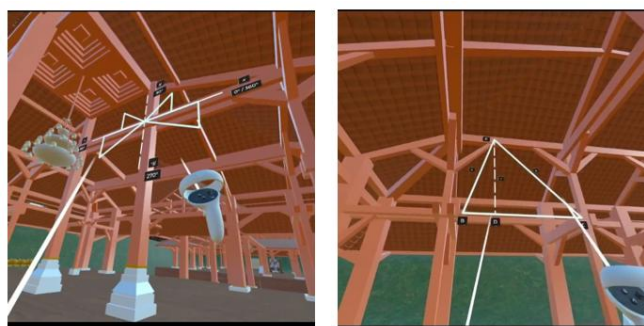
Penelitian ini menggunakan model Research and Development (R&D) dengan pendekatan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Pada tahap analisis, kebutuhan pembelajaran diidentifikasi berdasarkan kesulitan peserta didik dalam memahami konsep matematis secara abstrak, serta variasi gaya belajar mereka (visual, auditori, dan kinestetik). Analisis kurikulum juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis eksplorasi dan proyek dalam kurikulum merdeka membutuhkan bahan ajar yang memungkinkan pemahaman konsep secara kontekstual. Oleh karena itu, bahan ajar VR dikembangkan untuk mengintegrasikan konsep trigonometri dengan penerapan nyata dalam arsitektur tradisional, khususnya Aula Pendopo Kota Bandung.

Pada tahap perancangan (design), dikembangkan skenario pembelajaran berbasis problem-solving yang memungkinkan peserta didik berinteraksi secara langsung dengan materi dalam lingkungan VR. Perancangan antarmuka dibuat intuitif agar peserta didik dapat dengan mudah mengeksplorasi bahan ajar. Berikut adalah hasil desain awal dari pembuatan *virtual reality* berbasis etnomatematika.



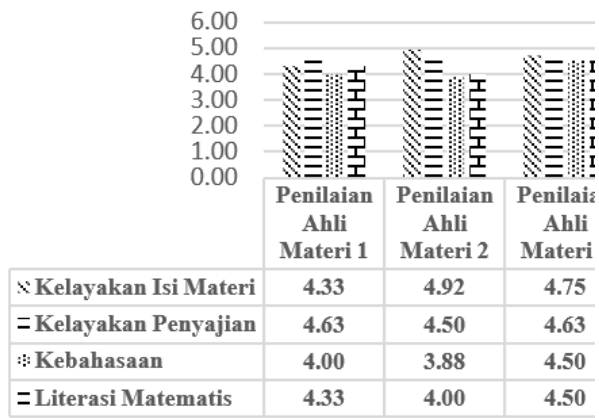
Gambar 1. Hasil Desain Awal *Virtual Reality*

Selanjutnya, tahap pengembangan (development) melibatkan pemrograman VR dengan model tiga dimensi dan elemen visual yang mencerminkan budaya etnomatematika. Integrasi fitur interaktif, seperti simulasi pengukuran tinggi bangunan dan eksplorasi desain arsitektur berbasis trigonometri, menjadi bagian penting dari pengembangan ini. Berikut adalah hasil desain pengembangan *virtual reality* berbasis etnomatematika.



Gambar 2. Hasil Desain Pengembangan *Virtual Reality* Berbasis Etnomatematika.

Validasi bahan ajar dilakukan oleh lima ahli materi dari SMA Negeri 15 Bandung yang menilai aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan literasi matematis. Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar memenuhi standar dengan kategori "sangat layak" dalam hampir semua aspek, seperti yang terlihat pada gambar diagram berikut,



⊗ Kelayakan Isi Materi ≡ Kelayakan Penyajian

⊗ Kebahasaan ≡ Literasi Matematis

Gambar 3. Penilaian Lima Ahli Materi pada Keempat Aspek

Selain itu, analisis data menggunakan Uji Cochran Q menunjukkan bahwa para ahli memberikan penilaian yang konsisten terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk melanjutkan ke tahap implementasi bahan ajar guna menguji efektivitasnya dalam lingkungan pembelajaran nyata.

Implementasi dilakukan dalam dua tahap: uji beta 1 dengan kelompok kecil (10 peserta didik) dan uji beta 2 dengan kelompok besar (36 peserta didik). Tabel berikut menunjukkan hasil evaluasi bahan ajar VR berbasis etnomatematika yang mendapatkan respons positif dari peserta didik,

Tabel 1

Hasil Penilaian Uji Kelompok Kecil pada Ketiga Aspek

No	Aspek	Rata-Rata	Kategori
1	Materi	4,42	SL
2	Penyajian	4,20	L
3	Bahasa	4,30	SL
	Jumlah	12,92	
	Rata-rata	4,30	SL

Terlihat bahwa skor tertinggi terletak pada aspek materi (4,29) dan bahasa (4,11), meskipun aspek penyajian masih dapat ditingkatkan lebih lanjut (3,9). Ini menunjukkan bahwa VR memberikan pengalaman belajar yang menarik dan efektif dalam memahami trigonometri secara kontekstual.

Selanjutnya, hasil evaluasi formatif dan sumatif menunjukkan bahwa bahan ajar ini mampu meningkatkan pemahaman peserta didik secara signifikan. Melalui interaksi dengan simulasi VR, peserta didik dapat mengeksplorasi penerapan trigonometri dalam konteks budaya, sehingga meningkatkan pemahaman konseptual mereka dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Selain itu, umpan balik dari peserta didik dan guru menunjukkan bahwa bahan ajar VR berbasis etnomatematika memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika berbasis teknologi di masa depan.

Dengan demikian, pengembangan bahan ajar VR berbasis etnomatematika ini memberikan kontribusi nyata dalam inovasi pembelajaran matematika di era digital, dengan menekankan pada pendekatan kontekstual yang lebih menarik dan relevan bagi peserta didik.

4.2 Efektivitas Bahan Ajar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis virtual reality (VR) dengan pendekatan etnomatematika berdiferensiasi berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan literasi matematis peserta didik. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan skor rata-rata posttest dibandingkan pretest, dari 6,79 menjadi 63,43. Selain itu, peningkatan nilai maksimum dan minimum setelah penggunaan bahan ajar VR menandakan adanya peningkatan pemahaman di berbagai tingkat kemampuan siswa.

Untuk menilai efektivitas pembelajaran, dilakukan analisis statistik deskriptif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2

Statistik Deskriptif Literasi Matematis Peserta Didik

Statistik	Pretest	Posttest
Rerata Nilai	6,79	63,43
Maksimum	16,67	94,44
Nilai Minimum	0,00	27,78
Standar Deviasi	5,96	19,85

Dari tabel di atas, terlihat adanya peningkatan yang signifikan dalam nilai rerata setelah pembelajaran menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika. Selain itu, nilai minimum yang meningkat dari 0,00 menjadi 27,78 menunjukkan bahwa tidak ada lagi peserta didik yang mendapatkan skor terendah setelah posttest.

Namun, hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data pretest dan posttest tidak

berdistribusi normal dengan nilai signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 3

Hasil Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	Statistik <i>Shapiro-Wilk</i>	df
<i>Pretest</i>	0,856	36
<i>Posttest</i>	0,842	36

Karena data tidak berdistribusi normal, dilakukan uji homogenitas menggunakan uji Levene yang hasilnya menunjukkan bahwa varians antar kelompok tidak homogen dengan nilai signifikansi $< 0,001$, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 3:

Tabel 4

Hasil Uji Homogenitas *Pretest* dan *Posttest*

Statistik	df1	df2	Sig.
Based on Mean	121,979	1	70
Based on Median	15,506	1	70
Based on Trimmed Mean	118,444	1	70

Dengan kondisi data yang tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, analisis dilanjutkan menggunakan uji *non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test* untuk membandingkan hasil *pretest* dan *posttest*. Hasilnya ditampilkan dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5

Hasil Uji *Wilcoxon Signed Rank Test*

Kelas	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
<i>Pretest</i>	-5,238	$< 0,001$

Karena nilai probabilitas *Asymp. Sig. (2-tailed)* $< 0,05$, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara literasi matematis peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar berbasis VR etnomatematika dengan pendekatan berdiferensiasi.

Selain itu, perhitungan efektivitas menggunakan *effect size* menunjukkan nilai $d = 2,85$, yang dikategorikan sebagai "*Strong effect*" ($d > 1,00$). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis *virtual reality* dengan pendekatan berdiferensiasi memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap peningkatan literasi matematis peserta didik.

Peningkatan skor dan hasil analisis statistik mengindikasikan bahwa pendekatan diferensiasi dalam bahan ajar VR mampu meningkatkan pemahaman matematis peserta didik secara lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, mendukung pembelajaran kontekstual berbasis budaya lokal, serta mengakomodasi gaya belajar yang berbeda-beda di dalam kelas.

Meski demikian, adanya standar deviasi yang meningkat setelah *posttest* menunjukkan variasi capaian belajar siswa yang lebih luas, mengindikasikan bahwa meskipun secara keseluruhan hasil meningkat, tingkat pemahaman antar individu tetap beragam. Temuan ini mengisyaratkan bahwa diperlukan strategi tambahan, seperti pemberian bimbingan individual atau metode *scaffolding*, guna memastikan bahwa seluruh siswa mendapatkan manfaat optimal dari bahan ajar VR berbasis etnomatematika.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa bahan ajar berbasis *virtual reality* dengan pendekatan etnomatematika berdiferensiasi merupakan inovasi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik. Implementasi lebih lanjut dengan cakupan yang lebih luas dapat dilakukan untuk menguji efektivitasnya dalam berbagai konteks pembelajaran dan tingkat pendidikan yang berbeda.

4.3 Perbedaan Literasi Matematis Peserta Didik

Perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan memberikan peluang besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama dalam literasi matematis peserta didik. Salah satu inovasi yang mulai banyak diterapkan adalah penggunaan bahan ajar berbasis *Virtual Reality* (VR) yang memungkinkan interaksi lebih imersif dalam memahami konsep matematis. Penelitian ini membandingkan literasi matematis peserta didik yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika dengan peserta didik yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam literasi matematis antara kedua kelompok tersebut.

Berdasarkan hasil statistik deskriptif, nilai rata-rata literasi matematis peserta didik pada kelas yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika adalah 63,43, sedangkan kelas konvensional hanya memperoleh rata-rata 6,02. Nilai maksimum yang dicapai dalam kelas berbasis VR adalah 94,44, jauh lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional yang hanya mencapai 22. Selain itu, nilai minimum kelas berbasis VR adalah 27,78, sedangkan pada kelas konvensional terdapat peserta didik yang mendapatkan nilai 0. Standar deviasi dalam kelas berbasis VR lebih tinggi (19,85)

dibandingkan kelas konvensional (5,85), yang mengindikasikan adanya variasi pemahaman yang lebih besar di antara peserta didik setelah menggunakan bahan ajar VR. Data statistik deskriptif ini ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6

Statistik Deskriptif Literasi Matematis

Kelompok	Rerata	Nilai Maksimum	Nilai Minimum	Standar Deviasi
Kelas VR	63,43	94,44	27,78	19,85
Kelas Konvensional	6,02	22	0	5,85

Untuk menguji apakah data berdistribusi normal, dilakukan Uji *Shapiro-Wilk*, dan hasilnya menunjukkan bahwa data dari kedua kelompok memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05, yaitu < 0,001. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 7.

Tabel 7

Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok	Statistik Shapiro-Wilk
Kelas VR	0,842
Kelas Konvensional	0,854

Karena data tidak berdistribusi normal, dilakukan Uji Homogenitas (*Levene's Test*) untuk mengetahui apakah varians kedua kelompok homogen. Hasil menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk semua metode perhitungan adalah < 0,001, yang berarti varians kedua kelompok tidak homogen. Hasil uji ini ditampilkan dalam Tabel 8.

Tabel 8

Hasil Uji Homogenitas (*Levene's Test*)

Metode	Levene Statistic	df
Based on Mean	67,889	3
Based on Median	16,667	3
Based on Median and Adjusted df	16,667	3
Based on Trimmed Mean	66,436	3

Karena data tidak berdistribusi normal dan variansnya tidak homogen, maka dilakukan Uji *Mann-Whitney* sebagai alternatif dari uji parametrik. Hasil uji ini menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,001, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Hasil uji *Mann-Whitney* ini disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9

Hasil Uji *Mann-Whitney*

Uji	Nilai
<i>Mann-Whitney U</i>	182,000
<i>Wilcoxon W</i>	848,000
<i>Z</i>	-5,303
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	< 0,001

Hasil uji statistik ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam literasi matematis antara peserta didik yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika dengan peserta didik yang belajar dengan metode konvensional. Peserta didik yang menggunakan VR menunjukkan pemahaman yang lebih baik terhadap konsep matematis, keterampilan dalam memecahkan masalah, serta kemampuan dalam menghubungkan konsep matematika dengan konteks dunia nyata. Perbedaan ini juga didukung oleh analisis jawaban peserta didik, di mana peserta didik dalam kelas berbasis VR menunjukkan indikator literasi matematis yang lebih kuat dan lengkap dibandingkan kelas konvensional, seperti yang ditampilkan dalam Gambar 1 dan Gambar 2.

5. Jarak Lurus ke pohon:

$$\frac{x}{\sin(15^\circ)} = \frac{50}{\sin(90^\circ)}$$

$$\frac{x}{\sin(15^\circ)} = \frac{50}{1}$$

$$\frac{x}{\frac{1}{2}} = \frac{50}{1}$$

$$x = 50 \times \frac{1}{2} = \frac{200}{2} = 100$$

Gambar 3 Hasil Jawaban Peserta Didik di Kelas VR (Menunjukkan pemahaman yang lebih baik terhadap indikator literasi matematis)

5. Ditelahi.

Jarak dira dan laura ke pohon : 50 m
 kec. dira : 100 m/menit
 Waktu yg ditempuh bersamaan.

Waktu tempuh dira ke pohon
 $t_{dira} = \frac{\text{jarak}}{\text{kec.}} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ menit}$
 $t_{laura} = t_{dira} = 0,5 \text{ menit}$

Waktu tempuh laura ke pohon
 $v = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \frac{50}{0,5} = 100 \text{ m/menit}$

Gambar 4. Hasil Jawaban Peserta Didik di Kelas Konvensional (Menunjukkan keterbatasan dalam menghubungkan konsep matematis dengan situasi nyata)

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis VR lebih efektif dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik dibandingkan dengan metode konvensional. Hal ini disebabkan oleh pengalaman interaktif yang diberikan oleh teknologi VR, yang memungkinkan peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam dan aplikatif. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi bagaimana faktor lain, seperti durasi penggunaan VR dan tingkat keterlibatan peserta didik, dapat memengaruhi efektivitas pembelajaran berbasis VR dalam meningkatkan literasi matematis.

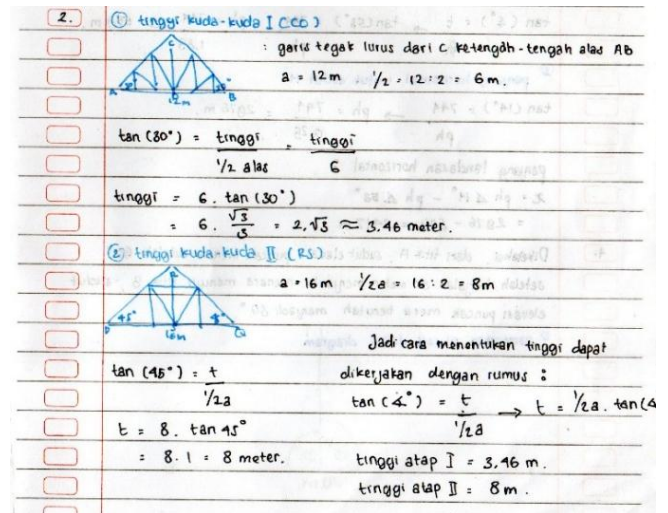
4.4 Literasi Matematis Antar Gaya Belajar (Visual, Auditori, dan Kinestetik)

Dalam era digital yang semakin maju, pendidikan dihadapkan pada tantangan untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah bahan ajar berbasis Virtual Reality (VR), yang dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif. Namun, keberhasilan penggunaan teknologi ini tidak terlepas dari faktor-faktor individual, seperti gaya belajar peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana bahan ajar VR berbasis etnomatematika dapat meningkatkan literasi matematis, serta bagaimana perbedaan gaya belajar mempengaruhi efektivitasnya (Rumusan 4.docx).

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa peserta didik dengan berbagai gaya belajar mengalami peningkatan skor posttest setelah menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika. Tabel statistik deskriptif menunjukkan bahwa rerata skor literasi matematis peserta didik dengan gaya belajar visual adalah 62,96, auditori 61,48, dan kinestetik 62,50. Nilai maksimum yang dicapai peserta didik dalam kategori visual lebih tinggi (94,44), dibandingkan dengan kinestetik (83,33) dan auditori (77,78). Sementara itu, nilai minimum peserta didik dengan gaya belajar visual dan kinestetik sama (27,78), sedangkan kelompok auditori sedikit lebih tinggi (38,89). Hal ini menunjukkan bahwa semua kelompok memperoleh manfaat dari bahan ajar VR berbasis etnomatematika (Rumusan 4.docx).

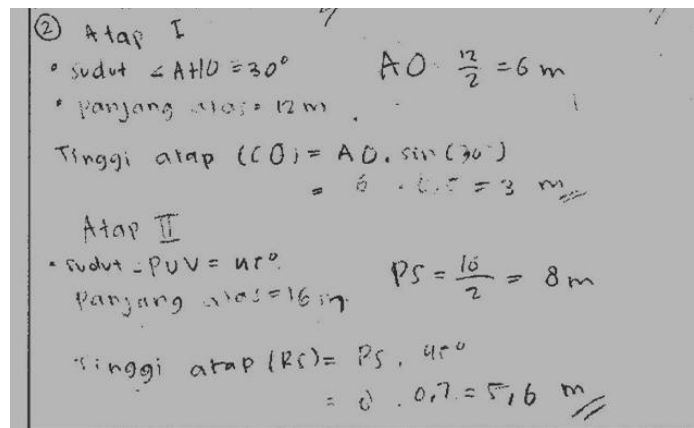
Dalam aspek pemecahan masalah, terlihat perbedaan dalam cara peserta didik dengan masing-masing gaya belajar menyelesaikan soal matematika. Peserta didik dengan gaya belajar visual menunjukkan kecenderungan dalam menggunakan diagram, grafik, dan visualisasi untuk memecahkan masalah. Mereka memiliki kesadaran spasial yang

baik dan menyusun informasi secara terorganisir, sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Jawaban mereka biasanya mencakup sketsa, grafik, atau tabel yang membantu dalam memahami hubungan antar variabel.



Gambar 5. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Visual

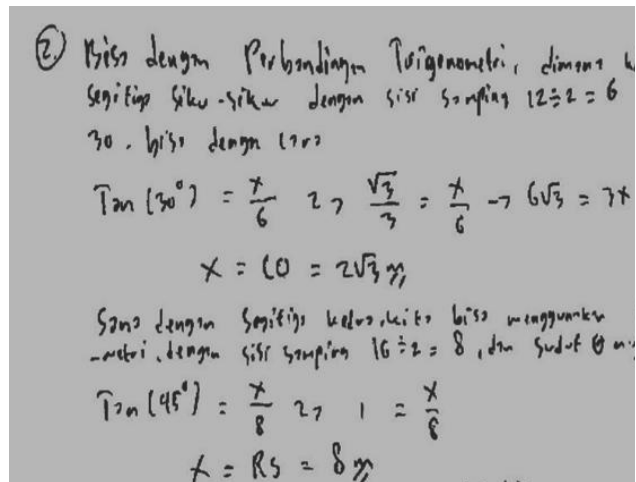
Peserta didik dengan gaya belajar auditori lebih cenderung menuliskan langkah-langkah penyelesaian secara verbal dan terstruktur, menunjukkan komunikasi matematis yang baik dalam menjelaskan perhitungan mereka, sebagaimana terlihat pada Gambar 6. Jawaban mereka cenderung mencakup deskripsi verbal yang rinci, sering kali dengan penjelasan tambahan mengenai konsep yang digunakan.



Gambar 6. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Auditori

Sementara itu, peserta didik dengan gaya belajar kinestetik lebih aktif dalam menggunakan alat bantu fisik dan eksplorasi praktis dalam memahami konsep, yang mengindikasikan pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman langsung, sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Jawaban mereka sering kali mencerminkan proses

trial-and-error dalam menyelesaikan soal, dengan coretan atau penggunaan metode manipulatif seperti alat peraga atau simulasi.



Gambar 7. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Kinestetik

Untuk memastikan bahwa perbedaan nilai posttest antar kelompok gaya belajar tidak terjadi secara kebetulan, dilakukan uji statistik lebih lanjut. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa beberapa data posttest tidak berdistribusi normal, terutama pada kelompok auditori dan kinestetik (sig. = 0,004). Sementara itu, hasil uji homogenitas dengan Levene menunjukkan bahwa varians antar kelompok cukup konsisten, dengan nilai sig. > 0,05, sehingga memungkinkan analisis lebih lanjut menggunakan metode statistik parametrik (Rumusan 4.docx).

Tabel 10

Hasil Uji Statistik Literasi Matematis

Uji Statistik	Nilai
Shapiro-Wilk Visual	0,905
Shapiro-Wilk Auditori	0,734
Shapiro-Wilk Kinestetik	0,767
Levene's Test	0,687
Kruskal-Wallis H	0,001
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,999

Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok dalam hal peningkatan literasi matematis (Asymp. Sig. = 0,999). Artinya, meskipun semua kelompok mengalami peningkatan skor setelah menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika, tidak ada perbedaan yang signifikan di antara ketiga gaya belajar tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar VR berbasis

etnomatematika memiliki efektivitas yang relatif merata untuk semua gaya belajar.

Lebih lanjut, standar deviasi dari masing-masing kelompok (visual = 20,30, auditori = 18,00, kinestetik = 20,40) menunjukkan bahwa penyebaran skor cukup tinggi, terutama dalam kelompok visual dan kinestetik. Ini menunjukkan bahwa faktor lain, seperti tingkat keterlibatan peserta didik dan pengalaman sebelumnya dengan teknologi VR, dapat berkontribusi terhadap variasi hasil literasi matematis dalam setiap kelompok gaya belajar.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa bahan ajar VR berbasis etnomatematika efektif dalam meningkatkan literasi matematis secara keseluruhan, tanpa memberikan keuntungan lebih bagi salah satu gaya belajar tertentu. Dengan kata lain, pendekatan ini bersifat inklusif dan dapat digunakan oleh peserta didik dengan berbagai preferensi belajar. Namun, perlu ada strategi tambahan untuk menyesuaikan pengalaman belajar bagi individu dengan kebutuhan spesifik agar hasil yang diperoleh semakin optimal.

4.5 Literasi Matematis Antar Kelas Ditinjau dari Gaya Belajarnya

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan literasi matematis peserta didik berdasarkan gaya belajarnya pada dua metode pembelajaran, yaitu penggunaan bahan ajar Virtual Reality (VR) berbasis etnomatematika dan metode pembelajaran konvensional. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, terdapat perbedaan signifikan dalam pencapaian literasi matematis antara kedua kelompok pembelajaran ini.

Berdasarkan hasil angket gaya belajar yang dilakukan terhadap 36 responden, ditemukan bahwa peserta didik yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika cenderung memiliki gaya belajar visual dan kinestetik yang lebih dominan dibandingkan dengan kelas konvensional. Sebaliknya, peserta didik dengan gaya belajar auditori lebih banyak ditemukan pada kelas konvensional. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan peserta didik untuk memilih metode pembelajaran yang lebih sesuai dengan karakteristik gaya belajarnya.

Hasil posttest menunjukkan bahwa rata-rata literasi matematis peserta didik pada kelas VR lebih tinggi dibandingkan dengan kelas konvensional untuk semua gaya belajar (visual, auditori, dan kinestetik). Data statistik deskriptif menunjukkan bahwa nilai rata-rata untuk masing-masing gaya belajar dalam kelas VR lebih tinggi dibandingkan

dengan kelas konvensional sebagaimana ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 11

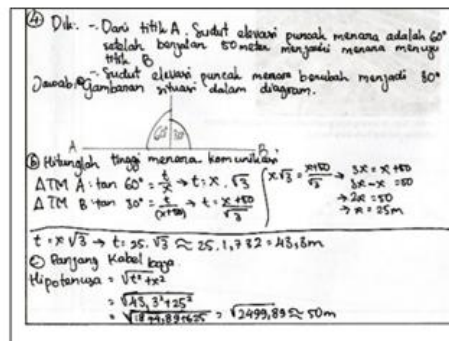
Statistika Deskriptif Literasi Matematis Berdasarkan Gaya Belajar

Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar VR berbasis etnomatematika lebih efektif dalam meningkatkan hasil literasi matematis peserta didik, tanpa memandang gaya belajarnya.

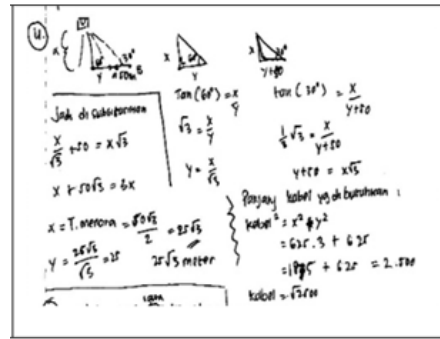
Peserta didik dengan gaya belajar visual di kelas VR menunjukkan pemahaman yang lebih baik melalui penggunaan diagram dan sketsa yang

Gaya Belajar	Kelas VR (Mean)	Kelas Konvensional (Mean)
Visual	61.48	31.75
Auditori	62.96	36.24
Kinestetik	62.50	42.36

sistematis. Mereka memiliki tingkat literasi matematis setara dengan level 4-5 dalam skala PISA. Sebaliknya, peserta didik di kelas konvensional masih menggunakan representasi gambar, tetapi kurang sistematis, sehingga hanya mencapai level literasi PISA 3-4. Gambar 8 menunjukkan jawaban peserta didik dengan gaya belajar visual antara kelas VR dan kelas konvensional.



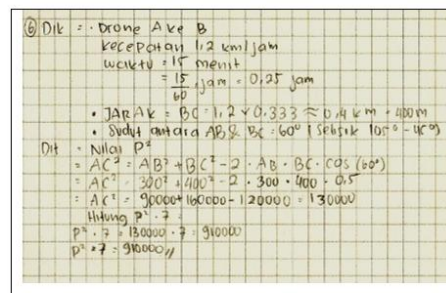
(a) Visual VR



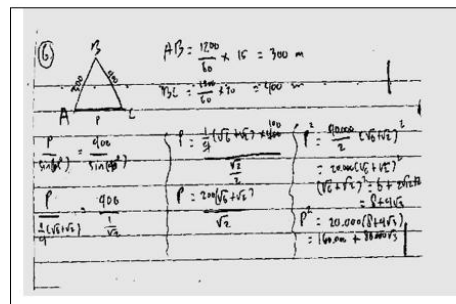
(b) Visual Konvensional

Gambar 8. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Visual Antar Kelas

Peserta didik dengan gaya belajar auditori pada kelas VR menunjukkan pemecahan masalah yang lebih sistematis dengan penggunaan bahasa tertulis yang eksplisit, mencerminkan literasi matematis pada level PISA 4. Sementara itu, peserta didik di kelas konvensional menunjukkan pemahaman yang kurang mendalam dan hanya mencapai level PISA 3. Gambar 9 menunjukkan perbandingan jawaban antara kelas VR dan kelas konvensional bagi peserta didik dengan gaya belajar auditori.



(a) Auditori VR



(b) Auditori Konvensional

Gambar 9. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Auditori Antar Kelas

Peserta didik kinestetik di kelas VR menerapkan strategi eksploratif berbasis simbol dan

konsep trigonometri, yang mencerminkan tingkat literasi PISA level 4. Sebaliknya, peserta didik di kelas konvensional lebih mengandalkan prosedur sederhana dan kurang eksploratif, sehingga hanya mencapai level PISA 3. Gambar 10 menampilkan perbandingan jawaban antara peserta didik kinestetik di kelas VR dan kelas konvensional.

5. Jarak Lina ke Pohon:

$$\frac{X}{\sin(15^\circ)} = \frac{50}{\sin(45^\circ)}$$

$$\frac{X}{\sin(15^\circ)} = \frac{50}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$$

$$X = \frac{50 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{\sqrt{2} - 1}} = \frac{200}{\sqrt{2} - 1} = \frac{200}{\sqrt{2} - 1} \times \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2} + 1} = \frac{200(\sqrt{2} + 1)}{2 - 1} = 200(\sqrt{2} + 1)$$

(a) Kinestetik VR

5. Dik.

Jarak Dira dan Lina ke pohon : 50m
Ke.c. Dira = 100/menit
Waktu yg ditempuh bersamaan ke Lina:

1. Waktu tempuh Dira ke Pohon
 $t_{\text{Dira}} = \frac{\text{jarak}}{\text{ke.c.}} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ menit}$

$t_{\text{Lina}} = t_{\text{Dira}} = 0,5 \text{ menit}$

2. Ke.c. Lina
 $v = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \frac{50}{0,5} = 100 \text{ m/menit}$

(b) Kinestetik Konvensional

Gambar 10. Jawaban Peserta Didik dengan Gaya Belajar Kinestetik Antar Kelas

Analisis statistik menunjukkan bahwa data dari kelompok gaya belajar tidak sepenuhnya berdistribusi normal, sehingga dilakukan uji Mann-Whitney untuk membandingkan hasil literasi matematis antara kelas VR dan konvensional. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$) antara kedua kelas untuk semua kategori gaya belajar sebagaimana disajikan dalam tabel berikut,

Tabel 12

Hasil Uji Mann-Whitney Literasi Matematis Berdasarkan Gaya Belajar

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar VR berbasis etnomatematika lebih efektif dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional, tanpa memandang gaya belajar

peserta didik. Oleh karena itu, implementasi teknologi VR dalam pembelajaran matematika dapat menjadi strategi yang potensial untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan pemecahan masalah bagi peserta didik dengan berbagai gaya belajar.

5. Diskusi

Penemuan pada penelitian ini menjelaskan bahwa bahan ajar *virtual reality* berbasis etnomatematika telah memenuhi kriteria kelayakan yang sangat baik. Hasil uji beta menunjukkan bahwa rata-rata penilaian dari peserta didik pada aspek materi dikategorikan sebagai sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan tidak hanya sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP), tetapi juga mampu mendorong keingintahuan peserta didik dan relevan dengan konteks kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengatakan bahwa menggabungkan konteks kehidupan nyata yang relevan dan kegiatan praktis dapat secara efektif merangsang keingintahuan peserta didik (Day dkk., 2015). Interpretasi dari temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan etnomatematika dalam pengajaran trigonometri dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep matematika dengan cara yang lebih kontekstual dan menarik (Fouze & Amit, 2018).

Dengan mengaitkan materi matematika dengan budaya lokal, peserta didik tidak hanya belajar teori, tetapi juga dapat melihat aplikasi nyata dari konsep yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran kontekstual dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta didik (Reinke, 2020). Selain itu, dengan temuan ini, menekankan pentingnya konteks dalam pembelajaran matematika juga dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik di kelas (Ibrahim & Wahid, 2024; Wang dkk., 2020). Selanjutnya, pendekatan etnomatematika dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika dengan lebih baik, karena mereka dapat mengaitkan materi dengan pengalaman sehari-hari mereka (Dominikus dkk., 2024; Payadna dkk., 2024; Sudirman dkk., 2020; Nursanti dkk., 2024).

Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik yang menggunakan bahan ajar VR

Gaya Belajar	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Visual	0.001	Perbedaan signifikan
Auditori	0.001	Perbedaan signifikan
Kinestetik	0.036	Perbedaan signifikan

berbasis etnomatematika menunjukkan pemahaman

literasi matematis yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional. Selain itu, peserta didik dalam kelompok VR mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa integrasi teknologi dan etnomatematika dapat secara signifikan meningkatkan kualitas literasi matematis mereka.

Temuan ini pun menunjukkan bahwa pendekatan diferensiasi dalam pembelajaran matematika dapat memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep matematis peserta didik, sejalan dengan tujuan penelitian yang ingin menilai efektivitas bahan ajar tersebut. Peningkatan ini juga mencerminkan bahwa peserta didik lebih mampu memahami dan menerapkan konsep matematis ketika materi disajikan dalam konteks yang relevan dengan budaya mereka (Gijsbers dkk., 2020; Rokhmah dkk., 2024).

Penggunaan teknologi *immersive* seperti *virtual reality* dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan membantu mereka memahami konsep yang sulit dengan cara yang lebih interaktif dan menarik (Mubarak dkk., 2024). Penelitian ini mendukung temuan penelitian sebelumnya, di mana peserta didik yang belajar dengan bahan ajar berbasis *virtual reality* menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam literasi matematis mereka (Allcoat & Mühlenen, 2018). Pembelajaran berbasis teknologi tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Yaniawati dkk., 2020). Dalam konteks penelitian ini, penggunaan bahan ajar *virtual reality* berbasis etnomatematika tidak hanya meningkatkan pemahaman matematis, tetapi juga mendorong peserta didik untuk berpikir lebih kritis tentang bagaimana konsep-konsep matematis dapat diterapkan dalam konteks budaya mereka (Johnson dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi budaya dalam pembelajaran matematika dapat memperkaya pengalaman belajar peserta didik (Fouze & Amit, 2018). Selain itu, mengaitkan pembelajaran dengan konteks budaya peserta didik untuk meningkatkan relevansi dan pemahaman sangat penting karena dapat membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan bagi peserta didik (Polman dkk., 2021) serta dapat meningkatkan motivasi peserta didik dan hasil belajar (Hung dkk., 2019).

Pembelajaran berbasis VR menawarkan pengalaman yang lebih imersif dan interaktif, memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep secara lebih mendalam melalui eksplorasi langsung di lingkungan virtual. Pembelajaran berbasis VR dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep

abstrak dalam matematika karena memberikan pengalaman visual dan interaktif yang lebih kaya dibandingkan metode konvensional (Huang dkk., 2020; Campos dkk., 2022; Su dkk., 2022). Oleh karena itu, temuan ini mengonfirmasi bahwa bahan ajar VR berbasis etnomatematika dapat berkontribusi pada peningkatan pemahaman matematis peserta didik.

Meskipun semua kelompok mengalami peningkatan literasi matematis, hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik dalam hal efektivitas bahan ajar VR berbasis etnomatematika. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis VR memiliki efek yang merata terhadap semua tipe pembelajar, tanpa memberikan keuntungan yang lebih besar bagi salah satu kelompok tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian lain yang mengatakan bahwa pembelajaran berbasis VR dapat mengakomodasi berbagai gaya belajar karena menawarkan berbagai bentuk representasi informasi, seperti visualisasi tiga dimensi, simulasi interaktif, dan elemen audio yang dapat membantu berbagai tipe peserta didik dalam memahami konsep yang kompleks (Lin dkk., 2019; Horváth, 2021).

Lebih lanjut, dalam analisis jawaban peserta didik, terlihat bahwa masing-masing gaya belajar memiliki karakteristik tersendiri dalam menyelesaikan soal matematika. setiap gaya belajar memiliki ciri khas yang mencerminkan indikator literasi matematis. Peserta didik dengan gaya belajar visual menunjukkan kemampuan yang kuat dalam menggunakan diagram, grafik, dan visualisasi untuk memecahkan masalah matematika. Mereka cenderung menyajikan informasi dalam bentuk gambar atau grafik, yang membantu mereka memahami dan menjelaskan konsep matematis dengan lebih baik. Hal ini tercermin dalam kemampuan mereka untuk mengorganisir informasi secara logis dan sistematis, serta kesadaran spasial yang baik, yang menunjukkan bahwa mereka berada pada level indikator literasi matematis yang lebih tinggi, yaitu level 3 hingga 6.

Di sisi lain, peserta didik dengan gaya belajar auditori menunjukkan keunggulan dalam komunikasi matematis. Mereka mampu menjelaskan langkah-langkah perhitungan dengan rinci, mencakup penggunaan rumus dan argumen yang jelas. Siswa dengan gaya belajar ini lebih responsif terhadap instruksi lisan dan dapat memberikan argumen serta penjelasan yang terstruktur. Kemampuan ini menunjukkan bahwa mereka memiliki keterampilan komunikasi yang baik, yang merupakan bagian penting dari literasi matematis.

Sementara itu, peserta didik dengan gaya belajar kinestetik menunjukkan kemampuan yang baik dalam menggunakan alat bantu fisik dan manipulatif. Mereka cenderung belajar melalui pengalaman langsung dan eksplorasi, menggunakan alat bantu fisik untuk memahami konsep. Dalam konteks pemecahan masalah praktis, siswa ini menunjukkan kemampuan untuk menerapkan konsep matematis dalam situasi nyata, yang mencerminkan pemahaman kontekstual yang baik. Kemampuan ini berada pada level menengah hingga tinggi (level 3 - 5), menunjukkan bahwa mereka dapat mengembangkan berbagai aspek literasi matematis secara efektif melalui pendekatan praktis dan eksploratif.

Interpretasi dari temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran, khususnya *virtual reality*, dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menarik bagi peserta didik. Peserta didik dengan gaya belajar visual dapat lebih mudah memahami konsep-konsep matematis yang kompleks melalui representasi visual yang interaktif. Di sisi lain, peserta didik dengan gaya belajar auditori dan kinestetik mungkin memerlukan pendekatan tambahan untuk memaksimalkan pemahaman mereka, seperti diskusi kelompok atau aktivitas praktis yang lebih terarah. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa gaya belajar mempengaruhi cara peserta didik menyerap informasi dan berinteraksi dengan materi pelajaran (Yaniawati dkk., 2021).

Dalam penelitian lain, menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Wekerle dkk., 2022), terutama bagi mereka yang memiliki gaya belajar visual (Lu & Yang, 2018). Dari perspektif pendidikan matematika, hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting. Pertama, bahan ajar berbasis VR berbasis etnomatematika dapat digunakan sebagai metode pembelajaran yang inklusif, karena mampu memberikan manfaat yang sama bagi peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda. Kedua, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis teknologi dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik dalam matematika, terutama dalam konsep yang membutuhkan visualisasi atau eksplorasi mendalam. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa VR dapat meningkatkan motivasi belajar serta memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep matematika dalam konteks yang lebih nyata dan aplikatif (Su dkk., 2022; Hsiao & Su, 2021; Villena-Taranilla dkk., 2022; Yu & Xu, 2022; Villena-Taranilla dkk., 2022; Ho dkk., 2019; Makransky & Lilleholt, 2018).

Selanjutnya, penemuan dalam penelitian ini menjelaskan bahwa Dalam kelas yang menggunakan bahan ajar VR berbasis etnomatematika, peserta didik dengan gaya belajar visual menunjukkan peningkatan literasi matematis yang signifikan. Hal ini sejalan dengan teori belajar visual yang menekankan pentingnya representasi visual dalam pemahaman konsep. Bahan ajar VR menyediakan lingkungan belajar yang kaya akan stimulus visual, memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan objek dan konsep matematika secara virtual. Temuan ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif, seperti VR, dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik visual (Molina-Carmona dkk., 2018; Parong & Mayer, 2018). Dalam penelitian lain, menunjukkan bahwa penggunaan narasi dalam multimedia dapat meningkatkan pemahaman peserta didik auditori (Calvert & Hume, 2022; Xie dkk., 2019). Selain itu, pembelajaran berbasis pengalaman dan interaktif dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta didik kinestetik (Jaruševičius dkk., 2024; Jiang & Fryer, 2024; Vázquez dkk., 2018).

Penggunaan VR berbasis etnomatematika memberikan pendekatan pembelajaran yang diferensiatif, mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda. Hal ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pendidikan dapat meningkatkan hasil belajar (Naik dkk., 2020; Major dkk., 2021; Wekerle dkk., 2022). Lebih lanjut, penelitian ini memperluas pemahaman tentang bagaimana etnomatematika dapat diintegrasikan dalam konteks pembelajaran modern.

6. Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi praktis dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika yang mengintegrasikan teknologi dan budaya. Dengan terbuktinya efektivitas bahan ajar Virtual Reality (VR) berbasis etnomatematika melalui pendekatan ADDIE, institusi pendidikan dapat mengadopsi pendekatan serupa dalam pengembangan kurikulum. Pengintegrasian teknologi interaktif berbasis budaya dalam pembelajaran matematika dapat membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih kontekstual dan menarik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis eksplorasi dan pemecahan masalah lebih efektif dibandingkan metode konvensional yang cenderung prosedural. Oleh karena itu, guru dapat lebih mengutamakan metode pembelajaran yang mendorong interaksi dan eksplorasi melalui teknologi VR untuk meningkatkan pemahaman siswa. Dengan adanya

perbedaan signifikan dalam capaian literasi matematis antara kelas yang menggunakan bahan ajar VR dan kelas konvensional, sekolah dan institusi pendidikan dapat mempertimbangkan investasi dalam pengadaan perangkat VR. Selain itu, pelatihan bagi tenaga pengajar dalam mengoptimalkan teknologi VR juga menjadi kebutuhan penting.

Temuan bahwa bahan ajar VR berbasis etnomatematika dapat digunakan secara inklusif oleh peserta didik dengan berbagai gaya belajar mengindikasikan bahwa teknologi ini dapat menjadi solusi bagi pembelajaran yang lebih merata dan adil. Hal ini mendorong sekolah untuk mengadopsi metode pembelajaran yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan siswa. Dengan adanya perbedaan literasi matematis antar gaya belajar dalam kelas VR, pendidik dapat lebih memperhatikan preferensi belajar siswa dan memberikan pengalaman yang sesuai dengan karakteristik masing-masing. VR dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memperkaya pengalaman belajar visual, auditori, dan kinestetik secara lebih efektif.

Penggunaan VR dalam pembelajaran matematika juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Dengan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif, siswa akan lebih termotivasi untuk memahami dan menerapkan konsep matematis dalam kehidupan sehari-hari. Dengan mempertimbangkan implikasi praktis ini, diharapkan dunia pendidikan dapat semakin mengembangkan inovasi dalam pembelajaran matematika berbasis teknologi dan budaya guna meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

7. Keterbatasan

Meskipun teknologi dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, penelitian menunjukkan bahwa tidak selalu terjadi peningkatan yang konsisten dalam skor pretest dan posttest (Ran dkk., 2021). Salah satu kendala utama adalah resistensi peserta didik terhadap teknologi baru, yang sering kali menjadi penghalang dalam proses pembelajaran dan berkontribusi terhadap hasil yang kurang optimal (Viberg dkk., 2023; Kim & Park, 2023; Alshallaqi dkk., 2022). Namun, penelitian juga mengungkap bahwa desain pembelajaran yang lebih baik serta pendekatan diferensiasi dapat mengurangi variabilitas hasil belajar, terutama dengan mempertimbangkan perbedaan gaya belajar peserta didik dalam penggunaan teknologi (Lee dkk., 2016; Al-Azawei dkk., 2017; Huang, 2015). Salah satu metode inovatif yang menjanjikan adalah penggunaan virtual reality (VR), yang terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep matematis secara

signifikan (Simonetti dkk., 2020; Perri dkk., 2022; Anisa dkk., 2024). Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya konteks dan implementasi yang tepat dalam penggunaan teknologi pendidikan, serta perlunya pelatihan bagi guru agar dapat mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam pembelajaran.

Namun, terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini. Ukuran sampel yang relatif kecil mungkin belum cukup untuk menggambarkan secara luas perbedaan gaya belajar dalam penggunaan VR. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada satu jenis materi pembelajaran, yaitu berbasis etnomatematika, sehingga belum dapat dipastikan apakah hasil serupa akan diperoleh jika diterapkan pada topik matematika lainnya. Faktor lain yang juga perlu diperhatikan adalah durasi pembelajaran menggunakan VR, karena peserta didik yang belum terbiasa dengan lingkungan pembelajaran digital memerlukan waktu adaptasi sebelum dapat memanfaatkannya secara optimal.

Selain aspek teknologi, faktor-faktor lain seperti motivasi belajar dan latar belakang pendidikan juga berpotensi memengaruhi hasil pembelajaran. Perbedaan dalam pengalaman dan keterampilan teknologi di antara peserta didik dapat turut berkontribusi terhadap variasi hasil penelitian. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan teknologi lain dalam pembelajaran matematika guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif. Selain itu, penelitian lanjutan juga perlu mempertimbangkan variabel tambahan, seperti dukungan keluarga, kondisi psikologis peserta didik, dan akses terhadap sumber daya pendidikan, agar dapat memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai faktor-faktor yang memengaruhi hasil belajar. Dengan demikian, temuan penelitian ini dapat diinterpretasikan dengan lebih akurat dan diterapkan secara lebih efektif dalam berbagai konteks pembelajaran.

8. Kesimpulan

Pengembangan bahan ajar Virtual Reality berbasis etnomatematika dilakukan melalui pendekatan ADDIE yang mencakup tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta relevansi materi dengan kurikulum Merdeka. Pada tahap perancangan, dikembangkan konten trigonometri berbasis etnomatematika dengan skenario pembelajaran berbasis problem-solving dan desain antarmuka interaktif. Pengembangan bahan ajar melibatkan pemrograman VR dengan model tiga dimensi, elemen visual, animasi, serta fitur interaktif. Implementasi dilakukan melalui uji beta kelompok kecil dan besar,

yang menunjukkan hasil sangat layak dalam aspek materi dan bahasa, serta layak dalam aspek penyajian. Evaluasi formatif dan sumatif menunjukkan bahwa bahan ajar ini efektif dalam meningkatkan literasi matematis peserta didik serta keterlibatan mereka dalam pembelajaran. Ketuntasan belajar peserta didik meningkat setelah menggunakan bahan ajar ini, dengan sebagian besar mencapai kriteria cukup dalam literasi matematis dan adanya peningkatan signifikan sebelum dan sesudah penggunaan. Analisis deskriptif menunjukkan bahwa peserta didik dalam kelas VR berbasis etnomatematika memiliki capaian literasi matematis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas konvensional, terutama dalam pemahaman konsep, pemecahan masalah, serta interpretasi informasi matematis dalam konteks kehidupan nyata. Selain itu, bahan ajar ini terbukti efektif digunakan oleh semua tipe gaya belajar tanpa memberikan keuntungan lebih bagi kelompok tertentu, meskipun terdapat variasi pemahaman individu. Perbandingan antara kelas VR dan konvensional juga menunjukkan perbedaan signifikan dalam capaian literasi matematis berdasarkan gaya belajar, di mana peserta didik dengan gaya belajar visual dan kinestetik memperoleh manfaat lebih besar dari penggunaan VR. Secara keseluruhan, bahan ajar VR berbasis etnomatematika lebih efektif dibandingkan metode konvensional dan memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika guna meningkatkan literasi matematis peserta didik secara lebih optimal.

Referensi

- Aini, Q., & Indrawati, D. (2024). Pengembangan media pembelajaran etnomatematika (ARETMA) berbasis augmented reality pada bangun ruang kelas V SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar UNESA*, 12(6), 1026–1036.
- Alabi, M. (2024). Visual learning : the power of visual aids and multimedia. *Research Gate, October*.
- Al-Azawei, A., Parslow, P., & Lundqvist, K. (2017). Investigating the effect of learning styles in a blended e-learning system: An extension of the technology acceptance model (TAM). *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(2), 1–23. <https://doi.org/10.14742/ajet.2741>
- Alhafiz, N. (2022). Analisis profil gaya belajar siswa untuk pembelajaran berdiferensiasi di SMP Negeri 23 Pekanbaru. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(5), 1133–1142. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i5.1203>
- Allcoat, D., & Mühlennen, A. Von. (2018). Learning in virtual reality: effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26.
- Alshallaqi, M., Al Halbusi, H., Abbas, M., & Alhaidan, H. (2022). Resistance to innovation in low-income populations: The case of university students' resistance to using digital productivity applications. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.961589>
- Andarika, D. Y., & Rofiki, I. (2023). Strategi pembelajaran berdiferensiasi dalam memenuhi kebutuhan peserta didik. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Pendidikan*, 3(10). <https://doi.org/10.17977/um066.v3.i10.2023.5>
- Andriani, F., & Nugraheni, N. (2024). Analisis karakteristik gaya belajar siswa dalam pembelajaran berdiferensiasi. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar (JRPD)*, 5(1), 33. <https://doi.org/10.30595/jrpd.v5i1.16067>
- Anisa, P. M., Saenih, S., Oktaviani, A., Pramuditya, S. A., & Sundawan, M. D. (2024). Developing mathematics virtual reality based on understanding mathematical concepts. *Jurnal Elemen*, 10(2), 378–394. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i2.25487>
- Arifin, Z. (2016). *Evaluasi pembelajaran: prinsip, teknik, prosedur*. PT Remaja Rosdakarya.
- Arzhanik, M. B., Chernikova, E. V., Karas, S. I., & Lemeshko, E. Y. (2015). Differentiated approach to learning in higher education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 166, 287–291. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.525>
- Attalina, S. N., Efendi, A., Niswah, N., & Nugroho, V. A. (2024). Efektivitas media pembelajaran berbasis virtual reality (vr) untuk meningkatkan kemampuan materi pada siswa sekolah dasar. *Jurnal Tunas Bangsa*, 11(1), 31–43. <https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v11i1.2599>
- Bahari, G., Heryana, N., & Ali Ridha, A. (2023). Pemanfaatan teknologi virtual reality untuk pembelajaran dalam kelas virtual di Fasilkom Unsika menggunakan metode multimedia development life cycle (MDLC). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(2), 1378–1386. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i2.6769>
- Bostic, J., Lesseig, K., Sherman, M., & Boston, M. (2021). Classroom observation and mathematics education research. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09445-0>

- Bostic, J., Lesseig, K., Sherman, M., & Boston, M. (2021). Classroom observation and mathematics education research. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09445-0>
- Budi, S. S., Suhaili, N., & Irdamurni, I. (2021). Konsep gaya belajar dan implementasinya pada proses pembelajaran. *Journal of Educational and Learning Studies*, 4(2), 232–236.
- Çakıroğlu, Ü., Güler, M., Dündar, M., & Coşkun, F. (2024). Virtual reality in realistic mathematics education to develop mathematical literacy skills. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 40(17), 4661–4673. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2219960>
- Calvert, J., & Hume, M. (2022). Immersing learners in stories: A systematic literature review of educational narratives in virtual reality. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(5), 45–61. <https://doi.org/10.14742/ajet.7032>
- Campos, E., Hidrogo, I., & Zavala, G. (2022). Impact of virtual reality use on the teaching and learning of vectors. *Frontiers in Education*, 7(September), 1–15. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.965640>
- Charles, S., Daffer, O., & How, P. (1991). *Chicago public schools bureau of student assessment*.
- Corkin, D. M. S., Ekmekci, A., & Fisher, A. (2020). Integrating culture, art, geometry, and coding to enhance computer science motivation among underrepresented minoritized high school students. *Urban Review*, 52(5), 950–969. <https://doi.org/10.1007/s11256-020-00586-8>
- Dahlan, J. A., & Permatasari, R. (2018). Development of instructional materials based on ethnomathematic in mathematics learning in junior high school. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 2(1), 133. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v2i1.987>
- Day, S. B., Motz, B. A., & Goldstone, R. L. (2015). The cognitive costs of context: The effects of concreteness and immersiveness in instructional examples. *Frontiers in Psychology*, 6(DEC), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01876>
- Dominikus, W. S., Madu, A., Blegur, I. K. S., & Jemamun, M. U. (2024). Ethnomathematics in caci dance of Manggarai Community and its integration in mathematics learning. *Journal of Law and Sustainable Development*, 12(2), e3035. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i2.3035>
- Eldiana, V., Saputra, D. S., & Susilo, S. V. (2022). Implementasi media *virtual reality* dalam pembelajaran di sekolah dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 4(2020), 309–316.
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality?. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 234–242. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
- Fadillah, A., & Ni'mah. (2019). Analisis literasi matematika siswa dalam memecahkan soal matematika PISA konten change and relationship. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 3(2), 127–131. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jtam.v3i2.1035>
- Farinta, N., & Mahmudi, A. (2024). Pengaruh penerapan pembelajaran berdiferensiasi terhadap kemampuan literasi matematika siswa kelas VIII SMP pada materi bangun ruang sisi datar. *Jurnal Pedagogi Matematika*, 10(1). <https://doi.org/10.21831/jpm.v10i1.19756>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. NC State University. <https://engr.ncsu.edu/stem-resources/?path=%252fPapers%252fLS%252d1988%252epdf>
- Fernanda, A., Retta, A. M., & Isroqmi, A. (2024). Pengembangan media pembelajaran *virtual reality* berbasis android pada pembelajaran matematika SMP. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(3), 1612–1618. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i3.1231>
- Fitriani, A., Agung, A., Somatanaya, G., Muhtadi, D., & Sukirwan. (2019). Etnomatematika : sistem operasi bilangan. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 1(2), 94–104.
- Fitriani, H., Sudiatmika, A. R., Suma, I. K., & Suardana, I. N. (2023). Kajian meta-analisis: efektivitas penggunaan bahan ajar terhadap keterampilan berpikir kritis berdasarkan jenjang pendidikan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1848. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.9767>
- Fitriani, H., Sudiatmika, A. R., Suma, I. K., & Suardana, I. N. (2023). Kajian meta-analisis: efektivitas penggunaan bahan ajar terhadap keterampilan berpikir kritis berdasarkan jenjang pendidikan.

- Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1848.
<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.9767>
- Fouze, A. Q., & Amit, M. (2018). Development of mathematical thinking through integration of ethnomathematic folklore game in math instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 617–630.
<https://doi.org/10.12973/ejmste/80626>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *11th International Conference ELearning and Software for Education*, 1(July), 133–141. <https://doi.org/10.12753/2066-026x-15-020>
- Geršak, G., Lu, H., & Guna, J. (2020). Effect of VR technology matureness on VR sickness. *Multimedia Tools and Applications*, 79(21–22), 14491–14507.
<https://doi.org/10.1007/s11042-018-6969-2>
- Gijsbers, D., de Putter-Smits, L., & Pepin, B. (2020). Changing students' beliefs about the relevance of mathematics in an advanced secondary mathematics class. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(1), 87–102.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1682698>
- Hanum, A., Mujib, A., & Firmansyah, F. (2020). Literasi matematis siswa menggunakan etnomatematika gordang sambilan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 173–184.
<https://doi.org/10.26877/jipmat.v5i2.6777>
- Hartati, L. (2015). Pengaruh gaya belajar dan sikap siswa pada hasil belajar matematika. *Jurnal Formatif*, 3(3), 224–235.
- Hasanah, N., Purnomo, E. A., & Mawarsari, V. D. (2024). Implementasi website *virtual reality tour* berbasis etnomatematika untuk meningkatkan. *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 11(1), 127–137.
- Herwina, W. (2021). Optimalisasi kebutuhan siswa dan hasil belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2).
<https://doi.org/doi.org/10.21009/PIP.352.10>
- Hidayah, N., Sumarno, S., & Dwijayanti, I. (2023). Analisis bahan ajar terhadap kebutuhan guru dan peserta didik kelas V. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 128. <https://doi.org/10.30659/pendas.10.2.128-142>
- Ho, L. H., Sun, H., & Tsai, T. H. (2019). Research on 3D painting in virtual reality to improve students' motivation of 3D animation learning. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6), 1–17.
<https://doi.org/10.3390/su11061605>
- Hockett, J. A. (2018). *Differentiation strategies and examples: grades 6-12* (Issue June). The Tennessee Department of Education.
- Horváth, I. (2021). An analysis of personalized learning opportunities in 3D VR. *Frontiers in Computer Science*, 3(September), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.673826>
- Hsiao, P. W., & Su, C. H. (2021). A study on the impact of steam education for sustainable development courses and its effects on student motivation and learning. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7), 1–24.
<https://doi.org/10.3390/su13073772>
- Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A. S. (2020). Influence of students' learning style, sense of presence, and cognitive load on learning outcomes in an immersive virtual reality learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596–615.
<https://doi.org/10.1177/0735633119867422>
- Huang, Y. M. (2015). Exploring the factors that affect the intention to use collaborative technologies: The differing perspectives of sequential/global learners. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(3), 278–292. <https://doi.org/10.14742/ajet.1868>
- Hung, C. Y., Sun, J. C. Y., & Liu, J. Y. (2019). Effects of flipped classrooms integrated with MOOCs and game-based learning on the learning motivation and outcomes of students from different backgrounds. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1028–1046.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1481103>
- Husna, N. M. (2024). Pembelajaran berbasis etnomatematika untuk meningkatkan prestasi belajar ditinjau dari perolehan hasil belajar siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 442–448. <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaiash, M. M., & Jensen, E. O. (2021). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: a systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27, 2859–2891.
- Ibrahim, R. A., & Wahid, A. J. (2024). Building an understanding of mathematics through ethnic mathematics: a case study of learning in Bintuni

- Bay Regency. *International Journal of Ethno-Sciences and Education Research*. 4(4), 128–134.
- Imam, F., Zaenuri, & Nugroho, S. E. (2020). Mathematical literacy ability in learning problem-based learning with ethnomatic mathematics based on student learning styles. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 9(2), 2020–2131. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer>
- Indrawan, R., & Yaniawati, P. (2017). *Metodologi penelitian: kuantitatif, kualitatif, dan campuran untuk manajemen, pembangunan, dan pendidikan*. PT Refika Aditama.
- Jannah, R., & Cahyadi, A. (2024). Penggunaan Aplikasi AkuPintar.Id Untuk Mengetahui Gaya Belajar Siswa di SMA Muhammadiyah 1 Banjarmasin. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(1), 645–650. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i1.6162>
- Jaruševičius, P., Paulauskas, L., Drungilas, V., Jurgelaitis, M., & Blažauskas, T. (2024). Transforming interactive educational content into immersive virtual reality learning objects. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/app14146366>
- Jiang, J., & Fryer, L. K. (2024). The effect of virtual reality learning on students' motivation: A scoping review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(1), 360–373. <https://doi.org/10.1111/jcal.12885>
- Johnson, J. D., Smail, L., Corey, D., & Jarrah, A. M. (2022). Using bayesian networks to provide educational implications: mobile learning and ethnomathematics to improve sustainability in mathematics education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/su14105897>
- Khulisoh. (2022). Penerapan pembelajaran berdiferensiasi pada kurikulum merdeka di SD. *Jurnal SHEs: Conference Series*, 5(5), 1–23.
- Kim, S., & Park, T. (2023). Understanding innovation resistance on the use of a new learning management system (LMS). *Sustainability (Switzerland)*, 15(16), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su151612627>
- Kosasih, E. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. Bumi Aksara.
- Kristial, D., Soebagjoyo, J., & Ipaenin, H. (2021). Analisis bibliometrik dari istilah “Etnomatematika”. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 1(2), 178–190. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v1i2.62>
- Kusumawardani, D. R., Wardono, & Kartono. (2018). Pentingnya penalaran matematika dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1(1), 588–595.
- Larasati, N. I., & Widyasari, N. (2021). Penerapan media pembelajaran berbasis augmented reality terhadap peningkatan pemahaman matematis siswa ditinjau dari gaya belajar. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.24853/fbc.7.1.45-50>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar e-modul dalam proses pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Lecon, C. (2018). Motion sickness in VR learning environments. ATINER 's Conference Paper Series COM2018- 2514 Motion Sickness in VR Learning Environments. *4th International Conference on Information Technology & Computer Science, August*.
- Lee, C., Yeung, A. S., & Ip, T. (2016). Use of computer technology for English language learning: do learning styles, gender, and age matter? *Computer Assisted Language Learning*, 29(5), 1033–1049. <https://doi.org/10.1080/09588221.2016.1140655>
- Lena, N. R., Nurmaliah, C., & Mahidin, M. (2020). Development of pocket book on electron configuration materials to increase student motivation and learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012101>
- Lin, Y., Wang, S., Zhao, Y., Barnes, N., Westermann, R., Kong, X., & Lin, C. (2019). The study and application of adaptive learning method based on virtual reality for engineering education. *Lecture Notes in Computer Science*, 11903. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-34113-8_31
- Lu, S. J., & Liu, Y. C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525–541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Lu, T., & Yang, X. (2018). Effects of the visual/verbal learning style on concentration and achievement in mobile learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1719–1729. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/85110>

- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis bahan ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Major, L., Francis, G. A., & Tsapali, M. (2021). The effectiveness of technology-supported personalised learning in low- and middle-income countries: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 52(5), 1935–1964. <https://doi.org/10.1111/bjet.13116>
- Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Marpaung, J. (2016). Pengaruh gaya belajar terhadap prestasi belajar siswa. *KOPASTA: Jurnal Program Studi Bimbingan Konseling*, 2(2), 13–17. <https://doi.org/10.33373/kop.v2i2.302>
- Meng, J., & Liu, S. (2022). effects of culture on the balance between mathematics achievement and subjective wellbeing. *Frontiers in Psychology*, 13(May), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.894774>
- Molina-Carmona, R., Pertegal-Felices, M. L., Jimeno-Morenilla, A., & Mora-Mora, H. (2018). Virtual Reality learning activities for multimedia students to enhance spatial ability. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su10041074>
- Morgan, H. (2014). Maximizing student success with differentiated learning. *The Clearing House*, 87(1), 34–38.
- Mubarok, W. K., Surabaya, U. N., Anugrah, S., & Surabaya, U. N. (2024). Analisis media pembelajaran berbasis *virtual reality* melalui pendekatan steam guna meningkatkan. *AL-IRSYAD: Journal of Psysics Educations*, 3(2), 57–68.
- Muhammad, I. (2023). Penelitian etnomatematika dalam pembelajaran matematika (1995- 2023). *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 427–438. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i1.276>
- Muhyiddin, F. H., Salimi, H. R., & Elmunsyah, H. (2023). upaya peningkatan motivasi belajar peserta didik melalui media pembelajaran berbasis virtual reality pada kelas XII RPL SMKN 8 Malang. *Jurnal Teknologi Elektro Dan Kejuruan*, xx(x), 1–11.
- Murphy, K., & Myers, B. (2020). Statistical power analysis (a simple and general model for traditional and modern hypothesis tests). In *Journal GEEJ* (5th ed., Vol. 7, Issue 2). Routledge.
- Murray, J. W. (2020). *Building virtual reality with Unity and SteamVR* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9780429295850>
- Murtiawan, W. E., Raea, K., & Wibawa, G. N. A. (2020). Eksplorasi konsep etnomatematika geometri pada bangunan pura. *Jurnal Pembelajaran Berpikir Matematika (Journal of Mathematics Thinking Learning)*, 5(2), 86–95. <https://doi.org/10.33772/jpbm.v5i2.15746>
- Naik, G., Chitre, C., Bhalla, M., & Rajan, J. (2020). Impact of use of technology on student learning outcomes: Evidence from a large-scale experiment in India. *World Development*, 127, 104736. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104736>
- Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2020). Cybersickness. In N. Lee (Ed.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. In *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_252-1
- Nursanti, Y. B., Saputra, B. A., & Gibran, G. K. (2024). Systematic literature review : efektivitas penerapan pendekatan etnomatematika dalam pembelajaran. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 12(3), 107–113.
- OECD. (2022). Pisa 2022 mathematics framework (draft). *OECD Publishing, November 2018*. https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA_2022_Mathematics_Framework_Draft.pdf
- OECD. (2023). PISA 2022 results (volume ii): learning during – and from – disruption. In *OECD Publishing: Vol. II*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-ii_a97db61c-en
- Parong, J., & Mayer, R. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797. <https://doi.org/https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/edu0000241>
- Payadnya, I. P. A. A., Wulandari, I. G. A. P. A., Puspawati, K. R., & Saelee, S. (2024). The significance of ethnomathematics learning: a cross-

- cultural perspectives between Indonesian and Thailand educators. *Journal for Multicultural Education*, 2020. <https://doi.org/10.1108/JME-05-2024-0049>
- Perri, D., Simonetti, M., Tasso, S., & Gervasi, O. (2022). Learning mathematics in an immersive way. *IntechOpen*.
- Poernomo, E., Kurniawati, L., & Atiqoh, K. S. N. (2021). Studi literasi matematis. *ALGORITMA: Journal of Mathematics Education*, 3(1), 83–100. <https://doi.org/10.15408/ajme.v3i1.20479>
- Polman, J., Hornstra, L., & Volman, M. (2021). The meaning of meaningful learning in mathematics in upper-primary education. *Learning Environments Research*, 24(3), 469–486. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09337-8>
- Purwanto, N. (2008). Panduan pengembangan bahan ajar. In *Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas*.
- Putri, S. O., & Harahap, J. Y. (2021). Sosialisasi pengenalan gaya belajar siswa pada guru SMP Swasta An Nizam. *Prosiding Seminar Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*, 317–320. <https://www.e-prosiding.umnaw.ac.id/index.php/pengabdian/article/view/682%0Ahttps://www.e-prosiding.umnaw.ac.id/index.php/pengabdian/article/download/682/664>
- Putri, Y. W., Kusumaningtyas, W., Nur, D. R., & Amanda, M. (2024). Peran etnomatematika dalam mendukung literasi matematika di era society 5.0. *JURNAL SAINS*, 3(1), 24–32.
- Rahmawati, N. D., Buchori, A., & Ghoffar, M. H. A. (2022). The effectiveness of using virtual reality-based mathematics learning media with an ethnomathematical approach. *KnE Social Sciences*, 2022, 1005–1011. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.12050>
- Ran, H., Kim, N. J., & Secada, W. G. (2021). A Meta-analysis on the effects of technology's function and roles on students' mathematics achievement in K-12. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 258–284. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcal.12611>
- Reinke, L. T. (2020). Contextual problems as conceptual anchors: an illustrative case. *Research in Mathematics Education*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1618731>
- Riduwan, & Akdon. (2015). *Rumus dan data dalam analisis statistika*. Alfabeta.
- Rini, D. S., Adisyahputra, & Sigit, D. V. (2020). Boosting student critical thinking ability through project based learning, motivation and visual, auditory, kinesthetic learning style: A study on Ecosystem Topic. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 37–44. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081806>
- Rismen, S., Putri, W., & Jufri, L. H. (2022). Kemampuan literasi matematika ditinjau dari gaya belajar visual. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 348–364. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1093>
- Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2018). *Essentials of organizational behavior* (14th ed.). Pearson.
- Rokhmah, N., Yaniawati, R. P., & Supianti, I. I. (2024). Ethnomathematics E-learning Teaching Material Development: Student-Oriented Problem-Solving Ability. *Pasundan Journal of Mathematics Education*, 14(2).
- Rosida, V., Taqwa, M., & Kamaruddin, R. (2018). Efektivitas pendekatan etnomatika berbasis budaya lokal dalam pembelajaran matematika. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 97–107. <https://doi.org/10.31100/histogram.v2i2.235>
- Rosna, A. (2018). Meningkatkan hasil belajar siswa melalui pembelajaran kooperatif pada mata pelajaran IPA di kelas IV SD terencil Binaa Barat. *Jurnal Kreatif Tadulako Online*, 04(6), 235–246.
- Ruek, V. S. D. S., & Padmasari, E. (2022). Eksplorasi etnomatematika pada rumah adat tradisional bubungan tinggi Kalimantan Selatan. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 262–271. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/54360%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/download/54360/21167>
- Safarati, N., & Zuhra, F. (2024). Media digital berbasis virtual reality dalam pembelajaran. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 8717–8725.
- Safitri, N., Safriana, S., & Fadieny, N. (2023). Literatur review: model pembelajaran berdiferensiasi meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika (JPIF)*, 246–255. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.52434/jpif.v3i2.2811>

- Safitri, R. R., & Sulistyorini, Y. (2023). Studi etnomatematika geometri pada artefak sejarah kota malang. *MATHEMA JOURNAL*, 5(2), 258–268.
- Samosir, E., Makmuri, & Aziz, T. . A. (2022). Kemampuan literasi matematika: kaitannya dengan kemampuan pemecahan masalah. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 4(1), 60–72. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v4i1.23026>
- Sari, N. K., & Dewi, H. L. (2019). Pengaruh model pembelajaran problem based learning berbasis pembelajaran diferensiasi terhadap kemampuan literasi matematis siswa SMP Negeri 2 Blado. (*Doctoral Dissertation, UIN Raden Fatah Palembang*), 411–420. <http://etheses.uingusdur.ac.id/id/eprint/8364%0Ah> http://etheses.uingusdur.ac.id/8364/2/2620093_FullText.pdf
- Sarwoedi, Marinka, D. O., Febriani, P., & Wirne, I. N. (2018). Efektifitas etnomatematika dalam meningkatkan kemampuan pemahaman matematika siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 03(02), 171–176. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr/article/view/7521>
- Sawatzki, C., & Sullivan, P. (2018). Shopping for shoes: teaching students to apply and interpret mathematics in the real world. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(7), 1355–1373. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9833-3>
- Setambah, M. A. B., Tajudin, N. M., Yaakob, M. F. M., & Saad, M. I. M. (2019). Adventure learning in basics statistics: Impact on students critical thinking. *International Journal of Instruction*, 12(3), 151–166. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12310a>
- Setiani, W., Fajriah, N., & Budiarti, I. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis etnomatematika untuk kemampuan literasi matematis materi SPLDV. *Jurmadikta (Jurnal Mahasiswa Pendidikan Matematika)*, 3(1), 78–88. <https://doi.org/10.20527/jurmadikta.v3i1.1749>
- Shabir, A. (2022). Ujicoba penggunaan teknologi virtual reality sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 696–702.
- Shabiralyani, G., Hasan, K. S., Hamad, N., & Iqbal, N. (2015). Impact of visual aids in enhancing the learning process case research: District Dera Ghazi Khan. *Journal of Education and Practice*, 6(19), 226–233.
- Simonetti, M., Perri, D., Amato, N., & Gervasi, O. (2020). Teaching math with the help of virtual reality. *In Computational Science and Its Applications–ICCSA 2020: 20th International Conference, VII(20)*, 799–809.
- Soebagyo, J., Andriano, R., Razfy, M., & Arjun, M. (2021). Analisis peran etnomatematika dalam pembelajaran matematika. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(2). <https://doi.org/10.24176/anargya.v4i2.6370>
- Su, Y. S., Cheng, H. W., & Lai, C. F. (2022). Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. *Frontiers in Psychology*, 13(February), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418>
- Sudirman, S., Yaniawati, R. P., Melawaty, M., & Indrawan, R. (2020). Integrating ethnomathematics into augmented reality technology: Exploration, design, and implementation in geometry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032006>
- Sugiarto, S., Buchori, A., & Kusumaningsih, W. (2023). Pengembangan mobile learning matematika menggunakan *virtual reality* dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa SMP. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(3), 242–249. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v5i3.15465>
- Sugiyono. (2017). *Statistika untuk penelitian*. Alfabeta.
- Sulistiyowati, F., Istiqomah, I., Kusumaningrum, B., Kuncoro, K. S., Pramudianti, T., & Usman, A. (2021). Kemampuan literasi matematika siswa dengan gaya belajar kinestetik. *Fraktal: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 53–62. <https://doi.org/10.35508/fractal.v2i2.5628>
- Sumliyah, Arwanto, & Arumsari. (2019). Upaya meningkatkan kemampuan literasi matematis berbasis etnomatematika dengan model pembelajaran PQ4R. *Seminar Nasional Pendidikan*, 20, 1267–1274.
- Sutrisno, L. T., Muhtar, T., & Herlambang, Y. T. (2023). Efektivitas pembelajaran berdiferensiasi sebagai sebuah pendekatan untuk kemerdekaan. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(2). <https://doi.org/10.20961/jdc.v7i2.76475>
- Syawahid, M., & Putrawangsa, S. (2017). Kemampuan literasi matematika siswa SMP ditinjau dari gaya belajar. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 10(2), 222–240. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v10i2.121>

- Syawahid, M., & Putrawangsa, S. (2017). Kemampuan literasi matematika siswa SMP ditinjau dari gaya belajar. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 10(2), 222–240. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v10i2.121>
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. ASCD.
- Tsaaqib, A., Buchori, A., & Endahwuri, D. (2022). Efektivitas penggunaan media pembelajaran virtual reality (vr) pada materi trigonometri terhadap motivasi dan hasil belajar matematika siswa SMA. *JIPMat (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 7(1), 11–19. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v7i1.9950>
- Utami, R. E., Nugroho, A. A., Dwijayanti, I., & Sukarno, A. (2018). Pengembangan e-modul berbasis etnomatematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *National Journal of Mathematics Education*, 2(2), 268–283.
- Vazquez, C., Xia, L., Aikawa, T., & Maes, P. (2018). Words in motion: Kinesthetic language learning in virtual reality. *Proceedings - IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2018*, 272–276. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00069>
- Viberg, O., Grönlund, Å., & Andersson, A. (2023). Integrating digital technology in mathematics education: a Swedish case study. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 232–243. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1770801>
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 35(June 2021), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434>
- Wahyuni, A. S. (2022). Literature review: pendekatan berdiferensiasi dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 118–126. <https://doi.org/10.37630/jipm.v12i2.562>
- Wang, M. Te, Hofkens, T., & Ye, F. (2020). Classroom quality and adolescent student engagement and performance in mathematics: a multi-method and multi-informant approach. *Journal of Youth and Adolescence*, 49(10), 1987–2002. <https://doi.org/10.1007/s10964-020-01195-0>
- Wekerle, C., Daumiller, M., & Kollar, I. (2022). Using digital technology to promote higher education learning: The importance of different learning activities and their relations to learning outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1799455>
- Willingham, D. T., Hughes, E. M., & Dobolyi, D. G. (2015). The scientific status of learning styles theories. *Teaching of Psychology*, 42(3), 266–271. <https://doi.org/10.1177/0098628315589505>
- Wohlgenannt, I., Simons, A., & Stieglitz, S. (2020). Virtual reality. *Business and Information Systems Engineering*, 62(5), 455–461. <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00658-9>
- Xie, H., Mayer, R., Wang, F., & Zhou, Z. (2019). Coordinating visual and auditory cueing in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 235–255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/edu0000285>
- Yaniawati, P., & Indrawan, R. (2024). Buku metodologi penelitian: konsep, teknik, dan aplikasi. PT Refika Aditama.
- Yaniawati, P., Al-Tammar, J., Supianti, I. I., Osman, S. Z., & Malik, A.S. (2021). Sigil software: e-module development and effect on self-regulated learning. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(3), 251–268.
- Yaniawati, P., Fisher, D., Permadi, Y. D., & Yatim, S. A. M. (2023). Development of mobile-based digital learning materials in blended learning oriented to students' mathematical literacy. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(9), 1338–1347. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.9.1936>
- Yaniawati, P., Kariadinata, R., Sari, N. M., Pramiarsih, E. E., & Mariani, M. (2020). Integration of e-learning for mathematics on resource-based learning: Increasing mathematical creative thinking and self-confidence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(6), 60–78. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.11915>
- Yu, Z., & Xu, W. (2022). A meta-analysis and systematic review of the effect of virtual reality technology on users' learning outcomes. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1470–1484. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22532>
- Yudhi, P., & Septiani, F. (2024). Pembelajaran dengan etnomatematika dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika abstrak. *Inovasi Pendidikan*, 11(1), 59–64. <https://doi.org/10.31869/ip.v11i1.5649>

Yunaeti, N., AR Arhasy, E., & Ratnaningsih, N. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematik peserta didik menurut teori john dewey ditinjau dari gaya belajar. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 3(1), 10–21. <https://doi.org/10.37058/jarme.v3i1.2212>

Zabir, A. (2018). Pengaruh pemanfaatan teknologi pembelajaran terhadap motivasi belajar siswa

SMPN 1 Lanrisang Kabupaten Pinrang. Universitas Negeri Makassar, 1(1), 1–10.

Zhang, J., Zhou, Y., Jing, B., Pi, Z., & Ma, H. (2024). Metacognition and mathematical modeling skills: the mediating roles of computational thinking in high school students. *Journal of Intelligence*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/jintelligence12060055>