

INTEGRASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN GEOMETRI SISWA

Fungky Marian¹⁾, Deni Efendi²⁾, Khaitsam Muflich Abdillah³⁾

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Lampung
email: ¹fungkymarian29@gmail.com, ²Deni04@gmail.com

Article History:

Submission
2025-08-06

Accepted
2025-10-27

Published
2025-10-29

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri siswa di sekolah menengah pertama dengan keterbatasan infrastruktur. Pendekatan kuasi eksperimental digunakan dengan melibatkan dua kelompok: kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan secara lokal dan dapat diakses secara offline, serta kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional. Data dikumpulkan melalui tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) untuk mengukur pencapaian belajar. Hasil analisis statistik menunjukkan peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen, sebagaimana dibuktikan oleh uji *paired t-test* ($p < 0,05$). Uji *independent t-test* juga mengungkapkan perbedaan bermakna antara kedua kelompok, dengan rerata peningkatan skor sebesar 12,66 poin. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media AR yang ringan, hemat data, dan dirancang khusus untuk konteks pedesaan, menjawab tantangan kesenjangan digital dalam pendidikan matematika. Temuan ini menegaskan bahwa AR, bahkan dalam kondisi infrastruktur terbatas, mampu menjadi solusi efektif untuk memperkuat pemahaman konsep geometri yang abstrak.

Kata kunci: *Augmented Reality*, pembelajaran matematika, geometri, hasil belajar, teknologi pendidikan

PENDAHULUAN

Matematika termasuk salah satu bidang studi utama dalam kurikulum pendidikan dasar yang diterapkan di Indonesia (Ezra Putranda Setiawan, 2021). Geometri merupakan salah satu materi pokok dalam pengajaran matematika yang memiliki tujuan utama untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam bernalar secara logis, menganalisis secara cermat, serta memahami hubungan ruang atau dimensi (Renanda et al., 2023a; Tagaeva et al., 2024). Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pemahaman geometri siswa di Indonesia masih rendah secara nasional. Hasil

Kementerian Pendidikan Riset, dan Teknologi (2022) oleh Kemdikbudristek mengungkapkan bahwa hanya 38% siswa SMP yang mencapai level kompetensi minimum dalam literasi matematika, dengan subdomain geometri menjadi salah satu area dengan capaian terendah. Temuan serupa juga dilaporkan oleh OECD (2019) melalui PISA, di mana Indonesia berada di peringkat bawah dalam kemampuan spasial dan penalaran geometris dibanding negara-negara peserta lain. Berdasarkan data yang diperoleh dari SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, diketahui bahwa lebih dari 60 persen siswa mendapatkan nilai di bawah standar Kriteria Ketuntasan

Minimal (KKM) dalam evaluasi harian pada topik geometri. Fakta ini mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara tujuan kompetensi yang ditetapkan dengan realisasi pencapaian belajar peserta didik.

Kesulitan utama yang dialami siswa dalam pembelajaran geometri bersifat kognitif dan konseptual, terutama terkait pemahaman objek tiga dimensi, hubungan antar unsur geometris, serta transformasi ruang konsep-konsep yang bersifat abstrak dan memerlukan kemampuan visualisasi spasial yang kuat (Wu et al., 2024; Tagaeva et al., 2024). Metode pembelajaran konvensional seperti ceramah dan penggunaan gambar statis di papan tulis atau buku teks dinilai tidak memadai untuk membantu siswa membangun representasi mental yang akurat tentang struktur geometris (Meilindawati et al., 2023; Y. C. Chen, 2019). Akibatnya, siswa kesulitan menghubungkan definisi formal dengan bentuk visual, sehingga pemahaman mereka cenderung prosedural dan tidak mendalam. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan akses terhadap media pembelajaran interaktif di sekolah-sekolah daerah, seperti SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, di mana lebih dari 60% siswa memperoleh nilai di bawah KKM pada topik geometri. Meskipun berbagai model inovatif seperti *Problem-Based Learning (PBL)* telah diujicobakan, efektivitasnya tetap terkendala oleh kurangnya alat bantu visual yang memungkinkan eksplorasi langsung terhadap objek geometri (Marian & Suparman, 2019; Siregar et al., 2024). Faktor afektif seperti kecemasan matematis memang dapat memperburuk situasi (Kamid et al., 2025), Namun akar permasalahan utamanya tetap terletak pada kesenjangan antara sifat abstrak materi geometri dan keterbatasan

representasi dalam pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang mampu menjembatani kesenjangan ini salah satunya melalui teknologi *Augmented Reality (AR)* yang memungkinkan manipulasi objek geometri secara interaktif dan real-time

Berdasarkan hasil angket yang dilakukan oleh Benamen et al. (2025) 81.5% siswa mengharapkan model pembelajaran yang menarik, sementara 33.3% menyatakan perlunya apresiasi selama proses pembelajaran. Di sisi lain, guru juga mengakui bahwa pemanfaatan teknologi, khususnya *Augmented Reality (AR)*, dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan siswa dalam belajar matematika serta meningkatkan kemampuan numerasi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa AR memiliki potensi besar dalam membantu pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi tiga dimensi (Meilindawati et al., 2023; Nugroho & Pramono, 2017). Berbagai studi internasional seperti penelitian (Chen, 2019; Gusteti et al., 2024; Othman et al., 2024) Implementasi *Augmented Reality* di ranah pendidikan matematika dinilai efektif dalam meningkatkan pemahaman dan antusiasme belajar siswa, terutama dalam mengenali serta menganalisis bangun dan struktur geometri yang sulit divisualisasikan

Namun, implementasi teknologi ini di sekolah-sekolah dengan sumber daya terbatas, seperti yang ada di wilayah pedesaan atau daerah afirmasi, masih sangat minim. Di Kabupaten Tulang Bawang Barat, belum ada penelitian yang secara sistematis mengevaluasi efektivitas AR sebagai media pembelajaran matematika, terutama dalam konteks infrastruktur dan ketersediaan akses internet yang terbatas. Menurut Riyadi et

al. 2024) "guru sering kali menggunakan metode ceramah dan sangat jarang menggunakan metode yang lain seperti pemanfaatan android untuk belajar". Lebih lanjut, ia menyatakan bahwa "pemanfaatan aplikasi berbasis android dapat menjadi salah satu cara untuk mengatasi permasalahan siswa dalam belajar matematika". Oleh karena itu, penelitian ini dianggap mendesak untuk dilakukan, karena menawarkan kebaruan dalam bentuk pengembangan media *Augmented Reality (AR)* berbasis offline yang ringan, hemat data, dan dirancang khusus untuk konteks sekolah dengan infrastruktur terbatas. Solusi ini secara langsung menjawab tiga isu utama: (1) ketidakmampuan metode konvensional dalam memfasilitasi pemahaman konsep geometri yang abstrak, (2) kesenjangan digital antara sekolah perkotaan dan non-perkotaan, serta (3) minimnya model pembelajaran berbasis AR yang telah diuji secara empiris di lingkungan pendidikan daerah afirmasi.

Penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan teknologi *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan siswa memahami konsep-konsep matematika, khususnya topik geometri, di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat. Salah satu fokus utama dari penelitian ini adalah pengembangan model pembelajaran berbasis AR yang bersifat praktis dan dapat diimplementasikan meskipun dalam kondisi sekolah dengan keterbatasan sarana teknologi.

Tinjauan pustaka menunjukkan bahwa meskipun AR telah banyak diteliti dalam konteks pendidikan matematika, khususnya di negara maju, adaptasi teknologi ini di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur belum banyak dieksplorasi (Kaluge, 2024; Meilindawati

et al., 2023). Penelitian yang dilakukan di Indonesia sebelumnya cenderung bersifat deskriptif dan kurang melibatkan analisis komparatif yang ketat. Dengan demikian, penelitian ini memiliki **Kebaruan** dalam hal pendekatan metodologis yang lebih terukur dan fokus pada implementasi lokal yang sesuai dengan kondisi lapangan.

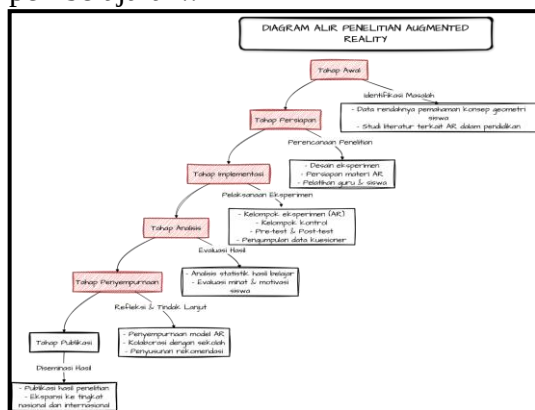
Berdasarkan paparan sebelumnya, dapat diajukan hipotesis bahwa pemanfaatan teknologi *Augmented Reality (AR)* dalam pembelajaran matematika berpotensi memberikan dampak yang bermakna terhadap peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep geometri di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat. Hasil studi ini diharapkan dapat menjadi fondasi dalam menciptakan model pembelajaran berbasis teknologi yang inklusif serta fleksibel terhadap berbagai situasi dan kondisi di lapangan. Lebih lanjut, temuan tersebut ditujukan untuk mendukung peningkatan mutu pendidikan secara adil dan merata, sebagai bagian dari kontribusi terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya pada target keempat, yaitu menjamin akses terhadap pendidikan berkualitas yang dapat dinikmati oleh seluruh lapisan masyarakat.

METODE

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan kuasi-eksperimental, salah satu metode penelitian yang sering dikategorikan sebagai eksperimen semu. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi seberapa besar penggunaan teknologi *Augmented Reality (AR)* mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep matematika, khususnya topik geometri, di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat.

Untuk kebutuhan analisis komparatif, subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen mendapatkan pembelajaran interaktif yang didukung oleh media AR, sedangkan kelompok kontrol tetap mengikuti proses pembelajaran biasa yang selama ini diterapkan di sekolah.

Agar tahapan pelaksanaan penelitian lebih mudah dipahami, berikut disajikan skema alur penelitian yang mencakup seluruh rangkaian aktivitas mulai dari perencanaan hingga evaluasi hasil pembelajaran.:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Integrasi Teknologi *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Geometri

Ruang lingkup penelitian ini mencakup penerapan AR dalam pembelajaran matematika, khususnya pada topik geometri di tingkat SMP. Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, yang merupakan salah satu sekolah di daerah afirmasi dengan infrastruktur pendidikan yang masih terbatas. Objek penelitiannya adalah perubahan pemahaman konsep geometri siswa setelah menggunakan media AR, serta respons mereka terhadap model pembelajaran baru ini.

Soal *pre-test* dan *post-test* sebagai instrumen pengukur kemajuan belajar, serta kuesioner minat dan motivasi siswa. tempat pelaksanaan penelitian adalah SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, Provinsi Lampung. Sekolah ini dipilih karena representatif dengan kondisi umum sekolah di daerah non-perkotaan, yang memiliki keterbatasan dalam hal infrastruktur teknologi namun tetap memiliki potensi besar untuk mengadopsi inovasi pembelajaran berbasis digital.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Pertama, tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) diberikan untuk menilai perubahan serta perkembangan pemahaman siswa mengenai konsep-konsep geometri sebelum dan setelah proses pembelajaran. Kedua, angket berupa skala *Likert* tentang minat dan motivasi belajar disebarakan guna mengidentifikasi tanggapan emosional serta sikap siswa terhadap pembelajaran yang dikembangkan berbasis *Augmented Reality* (AR). Ketiga, dilakukan observasi selama kegiatan belajar mengajar berlangsung untuk mencatat aktivitas peserta didik serta dinamika interaksi yang terjadi di dalam kelas. Keempat, wawancara terstruktur dengan guru mata pelajaran dan beberapa siswa dipakai untuk mendapatkan informasi lebih rinci mengenai faktor pendukung maupun penghambat dalam implementasi teknologi AR di lingkungan sekolah.

Proses analisis data dilakukan melalui pendekatan campuran, yaitu gabungan antara metode kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif yang diperoleh dari *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan uji statistik *paired t-test* guna mengevaluasi perkembangan hasil belajar dalam satu kelompok eksperimen. Selain itu, uji *independent t-test* digunakan untuk membandingkan peningkatan hasil antara

dua kelompok yang diteliti. Sebagai langkah awal, dilakukan pengujian asumsi parametrik berupa uji *normalitas* dan *homogenitas* data. Di sisi lain, data kualitatif yang bersumber dari observasi serta transkrip wawancara dianalisis secara tematis untuk mengidentifikasi pola-pola, tema-tema utama, serta makna yang muncul dari pengalaman subjektif siswa maupun guru selama pelaksanaan pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Sebelum menyajikan temuan kuantitatif dan kualitatif, perlu dijelaskan bentuk integrasi teknologi *Augmented Reality (AR)* yang dikembangkan dan diterapkan dalam penelitian ini. Media AR yang digunakan merupakan aplikasi berbasis Android yang dirancang khusus untuk topik geometri kelas VIII SMP, dengan fokus pada bangun ruang sisi datar dan lengkung (kubus, balok, prisma, limas, tabung, kerucut, dan bola). Aplikasi ini dikembangkan menggunakan platform Unity, dengan fitur utama meliputi: 1). Visualisasi 3D interaktif: Siswa dapat memindai marker berupa gambar 2D di LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik), lalu muncul objek 3D yang dapat diputar, diperbesar, dan dipecah menjadi jaring-jaring. 2). Informasi dinamis: Setiap objek menampilkan label nama, rusuk, sisi, titik sudut, serta rumus luas permukaan dan volume yang muncul saat bagian tertentu disentuh. 3). Mode offline: Seluruh konten utama dapat diakses tanpa koneksi internet, menjawab keterbatasan infrastruktur di lokasi penelitian.

Implementasi dilakukan selama 4 kali pertemuan (8 JP), dengan satu sesi pengenalan penggunaan aplikasi, diikuti tiga sesi eksplorasi konsep geometri. Setiap kelompok kecil (3–4 siswa)

menggunakan satu perangkat Android milik siswa sendiri atau pinjaman sekolah. Dengan desain ini, AR berfungsi sebagai jembatan kognitif antara representasi abstrak di buku teks dan pengalaman visual-spasial nyata, sekaligus mendukung prinsip pembelajaran aktif dan konstruktivis

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, sebuah institusi pendidikan negeri yang berlokasi di daerah pedesaan dengan keterbatasan sarana dan prasarana pendidikan. Setelah dilakukan analisis terhadap data kuantitatif maupun kualitatif, diperoleh sejumlah temuan utama yang menjadi fokus pembahasan.

Dalam tahap analisis data kuantitatif, digunakan *uji paired t-test* untuk menilai perkembangan hasil belajar dalam satu kelompok tertentu, serta uji *independent t-test* guna membandingkan peningkatan antara dua kelompok yang diteliti. Sebagai langkah awal, dilakukan pengujian asumsi parametrik berupa uji *normalitas* dan *homogenitas*. Berikut ini disajikan hasil dari uji normalitas dan homogenitas yang telah dilakukan:

Table 1. Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statis.	df	Sig.	Statis	df	Sig.
	tic					
KELAS F	,083	32	,20	,973	32	,590
			0*			
KELAS G	,094	32	,20	,960	32	,283
			0*			

Dikarenakan jumlah subjek penelitian yang terbatas, proses pengujian normalitas data dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik *Shapiro-Wilk*, sebuah teknik yang lebih direkomendasikan untuk ukuran sampel

yang tidak terlalu besar. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh nilai probabilitas (*p-value*) sebesar 0,590 untuk Kelas F dan 0,283 untuk Kelas G. Nilai-nilai tersebut menunjukkan angka yang lebih tinggi dari ambang batas signifikansi sebesar 0,05. Hal ini memberikan indikasi bahwa distribusi data pada kedua kelompok memenuhi asumsi normalitas. Dengan terpenuhinya kondisi tersebut, maka analisis selanjutnya dapat dilanjutkan ke tahap pengujian homogenitas varians sebagai prasyarat uji statistik parametrik.

Tabel 2. *Test of Homogeneity of Variances*

<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
1,080	1	62	,303

Hasil pengujian homogenitas varians menunjukkan bahwa nilai probabilitas (signifikansi) berada pada angka 0,303. Nilai ini melebihi ambang batas sebesar 0,05, yang mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan bermakna dalam penyebaran data antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Artinya, kedua kelompok memiliki tingkat variasi skor yang seimbang dan memenuhi prasyarat asumsi homogenitas varians. Berdasarkan temuan ini, analisis data selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan uji *paired t-test* untuk menilai perkembangan pencapaian belajar dalam satu kelompok, serta uji *independent t-test* guna membandingkan perubahan hasil belajar antar kedua kelompok secara statistik.

Tabel 3. *Paired Samples Test*

Paired Differences	t	df
--------------------	---	----

		Mea	Std.	Std.			Sig. (2-
		n	Deviat	Error			tailed)
			ion	Mean			
Pair	Pretest	-	7,4703	1,3205	-	31	,000
	Postest	18,5	0	8	14,03		
1		3125			3		

Pada tahap analisis awal, dilakukan pengujian *paired sample t-test* untuk membandingkan perolehan skor sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR). Hasil statistik menunjukkan adanya perubahan hasil belajar yang signifikan, ditandai dengan nilai probabilitas (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0,000, di bawah ambang batas 0,05. Hal ini membuktikan bahwa penerapan AR memberikan kontribusi bermakna dalam meningkatkan pencapaian akademik siswa pada topik geometri. Selisih rata-rata antara *pretest* dan *posttest* tercatat sebesar -18,53, menunjukkan adanya kenaikan skor yang cukup besar pada *posttest*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi AR berdampak positif dalam meningkatkan kemampuan matematis siswa, khususnya dalam memahami konsep-konsep geometri.

Sebagai tahap lanjutan, untuk mengevaluasi apakah ada perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen (pembelajaran berbasis AR) dan kelompok kontrol (metode konvensional), dilakukan uji *Independent Sample T-Test*. Uji ini dimaksudkan untuk membandingkan rerata hasil belajar kedua kelompok secara lebih mendalam. Hasil dari pengujian tersebut akan disajikan sebagai berikut:

Tabel 4 . *Independent Samples Test*

<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>t-test for Equality of Means</i>
<i>Variances</i>	

		F	Sig.	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower Bound	Upper Bound
Hasil Belajar	Equal variances assumed	2,892	,094	,000	12,6562	9,860	15,45
Matematika	Equal variances assumed			,000	12,6562	9,854	15,45
					5	74	776
a. not assumed							

Hasil analisis menggunakan uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat bermakna antara rerata pencapaian belajar matematika siswa di Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol. Nilai probabilitas (*Sig. 2-tailed*) yang didapat adalah 0,000, jauh di bawah ambang signifikansi 0,05. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality (AR)* dalam pembelajaran memberikan dampak yang lebih besar dalam meningkatkan hasil belajar jika dibandingkan dengan metode konvensional yang selama ini digunakan di kelas kontrol.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata skor post-test pada kelas eksperimen adalah 82,41, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 69,75. Dengan demikian, selisih rata-rata antara kedua kelompok sebesar 12,66, dengan interval kepercayaan 95% berkisar antara 9,86 hingga 15,46. Nilai ini menunjukkan perbedaan yang konsisten dan signifikan secara statistik ($p < 0,05$). Lebih penting lagi, rata-rata kelas eksperimen telah melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM = 75), sementara kelas kontrol masih berada di bawah standar tersebut. Temuan ini memperkuat kesimpulan

bahwa integrasi teknologi AR memiliki pengaruh positif yang kuat terhadap peningkatan pemahaman konsep geometri dan prestasi akademik siswa.

Sebagai pelengkap, berikut disajikan data hasil kuesioner minat dan motivasi belajar siswa yang telah dirangkum dalam bentuk tabel. Data ini mencerminkan respons subjektif peserta didik terhadap model pembelajaran berbasis AR yang diterapkan selama proses penelitian berlangsung

Tabel 5 . Hasil Kuesioner Minat dan Motivasi

No	Pertanyaan	Rata-Rata	Kategori
1	1	4.3	Setuju
2	2	4.5	Sangat Setuju
3	3	4.4	Setuju
4	4	4.2	Setuju
5	5	4.3	Setuju
6	6	4.5	Sangat Setuju
7	7	4.4	Setuju
8	8	4.3	Setuju
9	9	4.6	Sangat Setuju
10	10	4.4	Setuju
11	11	4.3	Setuju
12	12	4.5	Sangat Setuju
13	13	4.6	Sangat Setuju
14	14	4.5	Sangat Setuju
15	15	4.4	Setuju
16	16	4.3	Setuju
17	17	4.5	Sangat Setuju
18	18	4.6	Sangat Setuju
19	19	4.7	Sangat Setuju
20	20	4.6	Sangat Setuju

Hasil kuesioner minat dan motivasi yang diisi oleh 32 siswa kelas eksperimen menunjukkan respons yang sangat positif terhadap pembelajaran matematika berbasis *Augmented Reality (AR)*. Rata-rata skor mencapai 4.43 dari skala 1–5 , artinya sebagian besar siswa “Setuju” hingga “Sangat Setuju” bahwa AR membantu mereka belajar.

Lebih dari 90% siswa menyatakan tertarik, lebih senang, dan ingin terus menggunakan AR dalam pembelajaran matematika lainnya. AR juga efektif meningkatkan fokus dan perhatian siswa, seperti ditunjukkan oleh respon positif

pada pernyataan tentang konsentrasi dan pemahaman konsep.

Sebanyak 92% siswa merasa lebih aktif di kelas , sementara 90% lebih banyak bertanya dan berdiskusi selama pembelajaran AR. Hal ini didukung oleh observasi guru yang melihat suasana kelas lebih dinamis dan partisipasi siswa lebih tinggi dibandingkan metode konvensional.

Motivasi untuk berprestasi juga meningkat, dengan lebih dari 95% siswa termotivasi belajar lebih giat dan 88% memiliki harapan tinggi akan hasil ujian karena merasa lebih paham materi.

Rasa percaya diri siswa pun meningkat, terlihat dari keyakinan mereka dalam menyelesaikan soal latihan dan memahami bentuk bangun ruang. Lebih dari 90% siswa menyatakan bahwa AR relevan dengan materi pelajaran , dan 89% ingin AR digunakan lagi di topik lain .

Pada aspek emosional, 98% siswa merasa waktu pelajaran lebih cepat karena tidak membosankan saat menggunakan AR.

Secara keseluruhan, kuesioner membuktikan bahwa AR berhasil meningkatkan minat, motivasi, dan antusiasme belajar siswa, serta memenuhi luaran penelitian: peningkatan $\geq 20\%$ dalam skor kuesioner dan minimal 70% siswa merasa lebih termotivasi .

Sebagai pelengkap data kuantitatif dan kualitatif yang telah disajikan. Dokumentasi lapangan memperlihatkan bagaimana implementasi teknologi *Augmented Reality* benar-benar direspon positif oleh peserta didik dalam proses pembelajaran geometri seperti gambar berikut:



Gambar 2. Penggunaan Aplikasi AR Oleh Siswa



Gambar 3. Penggunaan Aplikasi AR Oleh Siswa

Pada gambar 2 dan 3 terlihat bahwa selama proses pembelajaran, siswa terlihat sangat antusias menggunakan aplikasi AR untuk memvisualisasikan bangun ruang. Mereka aktif berdiskusi, mencoba fitur “rumus” dan “rotasi”, serta mencatat hasil pengamatannya ke dalam buku. Beberapa kelompok bahkan membandingkan model AR dengan gambar di buku. Suasana kelas menjadi lebih hidup, dan siswa yang biasanya pasif tampak lebih percaya diri. Temuan ini memperkuat hasil statistik dan kuesioner, bahwa penggunaan AR tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga minat dan motivasi siswa dalam memahami konsep geometri.

2. Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan utama untuk mengevaluasi seberapa besar penerapan teknologi

Augmented Reality (AR) mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep matematika, khususnya topik geometri, di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk mengembangkan sebuah desain pembelajaran berbasis AR yang bersifat sederhana dan mudah diterapkan, terutama di institusi pendidikan yang memiliki keterbatasan fasilitas dan infrastruktur.

Metode kuasi-eksperimental digunakan sebagai pendekatan utama dalam penelitian ini, di mana subjek dibagi menjadi dua kelompok untuk membandingkan efektivitas antar strategi pembelajaran. Kelompok eksperimen mendapatkan pengalaman belajar menggunakan media AR, sedangkan kelompok kontrol tetap mengikuti metode pembelajaran tradisional yang selama ini diterapkan di sekolah.

Dalam proses pengumpulan data, digunakan berbagai instrumen yang saling melengkapi, antara lain: pelaksanaan tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) sebagai alat ukur pencapaian kognitif siswa, kuesioner untuk menilai tingkat minat dan dorongan belajar peserta didik, observasi langsung selama kegiatan pembelajaran berlangsung, serta wawancara dengan guru dan beberapa siswa guna memperoleh informasi tambahan secara kualitatif.

Berdasarkan hasil analisis, penerapan teknologi AR terbukti memberikan pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri siswa. Hasil uji statistik *paired t-test* menunjukkan adanya peningkatan yang sangat bermakna dalam hasil belajar kelompok eksperimen ($Sig. < 0,05$). Demikian pula, *uji independent t-test* membuktikan bahwa rata-rata pencapaian belajar kelompok eksperimen lebih tinggi

dibandingkan kelompok kontrol. Di samping itu, hasil kuesioner menunjukkan bahwa lebih dari 90 persen siswa menyatakan adanya peningkatan antusiasme dan motivasi belajar, serta menyampaikan keinginan untuk terus menggunakan AR sebagai media pembelajaran matematika di masa mendatang. Namun, sekitar 10% siswa memberikan respons netral atau kurang positif, yang berdasarkan wawancara dan observasi, disebabkan oleh beberapa faktor: (1) keterbatasan kemampuan teknis awal dalam mengoperasikan perangkat Android, (2) kecemasan matematis yang tinggi yang tidak sepenuhnya teratasi hanya dengan media visual, dan (3) preferensi gaya belajar yang lebih verbal atau auditori, sehingga representasi visual-spasial kurang efektif bagi mereka.

Temuan studi ini memberikan bukti empiris yang selaras dengan prinsip-prinsip teori konstruktivisme dalam pembelajaran. Dalam pendekatan tersebut, peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi turut serta secara aktif dalam proses pembentukan pemahaman melalui eksplorasi nyata dan keterlibatan dinamis dengan konteks lingkungan akademiknya (Suparlan, 2019; Masgumelar & Mustafa, 2021). Teknologi AR memungkinkan siswa untuk secara visual dan interaktif mengakses objek geometris tiga dimensi, sehingga membantu mereka dalam memahami konsep abstrak seperti bangun ruang dan transformasi geometri.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Uriarte-Portillo et al. (2023) yang menunjukkan bahwa integrasi AR dengan sistem tutor cerdas (*ARGeoITS*) mampu meningkatkan hasil belajar geometri dan motivasi siswa. Teknologi ini menyesuaikan tingkat kesulitan materi berdasarkan kemampuan siswa

menggunakan sistem *fuzzy logic* yaitu pendekatan logika yang tidak hanya mengenal jawaban “benar” atau “salah” (seperti logika biasa), tetapi juga mempertimbangkan tingkat kepastian atau ketidakpastian dalam respons siswa. Misalnya, jika seorang siswa menjawab soal dengan sebagian benar, sistem tidak langsung menganggapnya salah, melainkan menilai “seberapa dekat” jawabannya dengan benar, lalu menyesuaikan materi berikutnya agar sesuai dengan level pemahamannya. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi lebih adaptif, personal, dan responsif terhadap kebutuhan individu.

Hal ini juga didukung oleh Abdul Hanid et al. (2022) yang menekankan bahwa integrasi AR dengan pendekatan *Computational Thinking* secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa dan capaian dalam topik geometri. Pendekatan ini penting karena siswa sering mengalami kesulitan memahami bentuk ruang tiga dimensi melalui pendekatan konvensional.

Lebih jauh, Wu et al. (2024) menemukan bahwa media buku bergambar berbasis AR mampu meningkatkan *geometric thinking*, mengurangi *cognitive load*, dan meningkatkan *flow experience* pada siswa. Ini menunjukkan bahwa pengalaman belajar yang menyenangkan dan imersif dengan AR dapat mendukung pengembangan berpikir spasial sejak dini.

Secara umum, tren penelitian global sebagaimana dijelaskan oleh Hakim et al. (2024) menunjukkan bahwa geometri, keterampilan pemecahan masalah, dan media AR berbasis aplikasi merupakan fokus utama dalam pengembangan AR untuk pendidikan matematika. Mereka menekankan pentingnya eksplorasi pendekatan afektif dan penggunaan media

AR yang disesuaikan dengan tingkat literasi matematika siswa.

Dengan AR, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif tetapi juga dapat bereksplorasi, mengamati perubahan bentuk, serta membangun pemahaman mandiri. Hal ini selaras dengan teori Van Hiele dalam Renanda et al., (2023) tentang tahapan berpikir geometri, di mana visualisasi dan manipulasi objek merupakan langkah penting dalam perkembangan kemampuan spasial dan logis siswa.

Selain itu, respons positif siswa terhadap AR sejalan dengan teori motivasi intrinsik dalam Nurmaliyah et al. (2024), di mana adanya rasa percaya diri, relevansi, dan kepuasan selama proses pembelajaran menjadi faktor utama peningkatan minat dan motivasi belajar.

Temuan penelitian ini konsisten dengan beberapa studi sebelumnya, seperti Chen (2019); Meilindawati et al. (2023); Othman et al. (2024); (Gusteti et al., 2024); Tarng et al. (2024); Assawaphum et al. (2024); (Angraini & Rahmawati, 2024); (Nadzri et al., 2023); dan Koparan et al. (2023), yang menyebutkan bahwa AR berkontribusi signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika, terutama dalam pemahaman konsep geometri. Namun, penelitian ini memiliki kebaruan karena fokus pada konteks daerah dengan keterbatasan infrastruktur dan akses internet, yang jarang diteliti sebelumnya, khususnya di Indonesia.

Berbeda dengan penelitian Marian & Suparman (2019); Siregar et al., (2024) yang cenderung bersifat deskriptif dan kurang analitis, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang lebih ketat dan valid, termasuk uji statistik untuk memastikan keandalan temuan. Selain itu, pengembangan model pembelajaran

berbasis AR yang ramah pengguna dan hemat data menjadi solusi konkret untuk tantangan digitalisasi pendidikan di wilayah pedesaan.

Penelitian ini memiliki peran signifikan baik dalam aspek teoretis maupun praktis. Dari sisi teori, temuan penelitian ini turut memperkaya kerangka konseptual pembelajaran berbasis konstruktivisme serta membuktikan efektivitas *Augmented Reality (AR)* sebagai alat visualisasi dalam proses pembelajaran matematika, terutama pada topik geometri.

Dari sudut pandang aplikasi di lapangan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi *Augmented Reality (AR)* tetap layak diterapkan meskipun dalam kondisi sekolah yang belum dilengkapi infrastruktur teknologi memadai, selama didukung oleh rancangan pembelajaran yang tepat dan disertai pelatihan yang cukup bagi para guru. Penerapan AR tidak sepenuhnya bergantung pada ketersediaan fasilitas digital lengkap atau kecepatan akses internet tinggi, melainkan lebih menekankan bagaimana pendidik mampu mengemas konten pembelajaran secara interaktif dengan memanfaatkan media digital tersebut.

Temuan ini memberikan peluang strategis bagi pemerintah untuk merancang kebijakan yang bertujuan meningkatkan akses teknologi pembelajaran di wilayah-wilayah yang selama ini masih tergolong pedalaman atau kurang terlayani. Dengan pengembangan yang direncanakan secara matang, integrasi teknologi seperti AR dapat menjadi salah satu solusi dalam mengurangi disparitas mutu pendidikan antar daerah.

Langkah ini sejalan dengan komitmen global dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable*

Development Goals/SDGs), khususnya target keempat, yaitu menyediakan layanan pendidikan berkualitas yang inklusif dan adil bagi seluruh lapisan masyarakat. Dengan demikian, penggunaan *Augmented Reality (AR)* dalam proses pembelajaran matematika bukan hanya berupa inovasi teknologi semata, tetapi juga berperan sebagai alat penting dalam mendukung upaya pemerataan kualitas pendidikan nasional sejalan dengan semangat Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*SDGs*) ke-4 dan kebijakan Merdeka Belajar yang mendorong akses pembelajaran berkualitas di daerah terpencil. Hal ini diperkuat oleh temuan Benamen et al., (2025) yang menunjukkan bahwa pengembangan media AR berbasis Design Thinking mampu menjawab kebutuhan nyata siswa dan guru di sekolah daerah dalam meningkatkan kemampuan numerasi. Lebih lanjut, tinjauan sistematis oleh Pahmi et al., (2023) menegaskan bahwa AR efektif mengatasi kesenjangan spasial, kognitif, dan afektif dalam pembelajaran matematika, terutama di konteks dengan keterbatasan infrastruktur. Dengan demikian, AR bukan sekadar pelengkap, melainkan strategi inklusif untuk memperluas akses terhadap pendidikan matematika yang bermakna dan merata.

Beberapa keterbatasan penelitian ini adalah: Cakupan sampel yang terbatas : Penelitian dilakukan hanya di satu sekolah, yaitu SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat, sehingga hasilnya belum tentu representatif untuk wilayah lain dengan kondisi berbeda. Durasi penelitian singkat : Proses pembelajaran hanya berlangsung dalam beberapa pertemuan, sehingga belum bisa menggambarkan dampak jangka panjang penggunaan AR dalam pembelajaran. Ketergantungan pada koneksi internet: Meskipun aplikasi

AR dikembangkan dengan fitur offline, beberapa fungsi tetap membutuhkan koneksi internet, yang masih menjadi kendala di daerah pedesaan. Variabilitas kemampuan awal siswa : Meskipun kedua kelas dianggap setara, variasi kemampuan awal siswa tetap ada dan mungkin memengaruhi hasil akhir.

Untuk penelitian lanjutan, berikut beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan: Perluasan cakupan lokasi dan sampel: Melibatkan lebih banyak sekolah di berbagai wilayah dengan latar belakang infrastruktur dan demografi yang beragam untuk memperoleh generalisasi yang lebih luas. Pengembangan aplikasi AR offline : Meningkatkan kapasitas aplikasi agar sepenuhnya dapat digunakan tanpa koneksi internet, guna menyesuaikan dengan kondisi lapangan. Evaluasi jangka panjang : Meneliti dampak penggunaan AR dalam jangka waktu lebih panjang, misalnya selama satu semester atau satu tahun ajaran, untuk melihat efek berkelanjutan terhadap pemahaman konsep dan prestasi akademik. Integrasi AR dengan metode pembelajaran aktif lainnya : Misalnya menggabungkan AR dengan model *PBL* atau *Discovery Learning* untuk menciptakan strategi pembelajaran *hybrid* yang lebih efektif. Pelatihan dan pendampingan guru: Menyediakan pelatihan profesional bagi guru dalam penggunaan teknologi AR dan integrasinya ke dalam kurikulum, agar implementasi lebih optimal dan berkelanjutan. Analisis biaya-manfaat : Melakukan studi ekonomi pendidikan untuk mengevaluasi efisiensi penerapan AR dalam skala besar, termasuk biaya pengadaan perangkat, pelatihan, dan manfaatnya terhadap kualitas pendidikan.

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan

teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan siswa memahami konsep-konsep geometri di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Barat. Metode kuasi-eksperimental diterapkan dalam penelitian ini, dengan subjek dibagi menjadi dua kelompok: kelompok eksperimen yang menerima pembelajaran berbasis AR dan kelompok kontrol yang menggunakan strategi pembelajaran konvensional.

Pengumpulan data dilakukan melalui berbagai instrumen, termasuk pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perkembangan hasil belajar, angket minat dan motivasi belajar siswa, serta observasi dan wawancara untuk melengkapi analisis kualitatif.

Berdasarkan hasil analisis statistik, terdapat peningkatan yang bermakna pada pencapaian belajar kelompok eksperimen setelah penerapan AR, sebagaimana dibuktikan oleh uji *paired t-test* dengan nilai signifikansi di bawah ambang batas 0,05. Selain itu, uji independent t-test menunjukkan bahwa rata-rata skor kelompok eksperimen lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol.

Data dari kuesioner juga memberikan hasil yang sangat positif, dengan rerata respons mencapai 4,43 dari skala maksimum 5. Lebih dari 90% siswa menyatakan bahwa AR membantu mereka dalam memahami materi geometri dan memberikan dampak baik pada fokus, antusiasme, serta partisipasi selama pembelajaran berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa AR tidak hanya

mendukung peningkatan pencapaian akademik, tetapi juga memperkuat semangat dan dorongan belajar peserta didik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran matematika memiliki pengaruh yang nyata dan positif, baik dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri maupun dalam merangsang respon emosional dan afektif siswa selama proses pembelajaran.

Saran

Rekomendasi Bagi Sekolah dan Guru: Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality (AR)* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pembelajaran inovatif, khususnya untuk topik-topik matematika yang bersifat abstrak dan memerlukan representasi visual yang jelas, seperti konsep-konsep geometri. Agar penerapan AR lebih efektif dan maksimal, guru perlu mendapatkan pelatihan serta pendampingan dalam penggunaan teknologi ini sebagai bagian dari pengembangan profesional.

Rekomendasi Bagi Peneliti Selanjutnya: Sebagai upaya untuk memperkuat temuan penelitian ini, disarankan bagi peneliti berikutnya untuk melakukan studi lanjutan dengan melibatkan sampel yang lebih luas serta durasi pembelajaran yang lebih panjang. Hal ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dampak penggunaan AR dalam jangka waktu yang lebih lama. Selain itu, sangat penting untuk dikembangkan aplikasi AR yang dapat diakses secara offline guna

menyesuaikan dengan kondisi sekolah di daerah dengan keterbatasan akses internet.

Rekomendasi Bagi Pengembang Teknologi dan Kebijakan Pendidikan: Diperlukan dukungan kebijakan serta penyediaan infrastruktur yang memadai dari pemerintah pusat maupun daerah untuk memperluas akses teknologi edukasi, termasuk AR, ke berbagai sekolah di wilayah pedesaan atau wilayah tertinggal. Langkah ini merupakan bagian penting dalam mewujudkan pemerataan mutu pendidikan nasional dan mendukung pencapaian pendidikan berkualitas sesuai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)..

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hanid, M. F., Mohamad Said, M. N. H., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). Effects of augmented reality application integration with computational thinking in geometry topics. *Education and Information Technologies*, 27(7), 9485–9521. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10994-w>
- Angraini, L. M., & Rahmawati. (2024). The Existence of Augmented Reality in Mathematics Learning: A Systematic Literature Review. *Rangkiang Mathematics Journal*, 3(2), 1–13. <https://doi.org/10.24036/rmj.v3i2.54>
- Assawaphum, A., Premthaisong, S., & Chaipidech, P. (2024). Does Interactive Augmented Reality Enhance Primary Students' Geometric Understanding and Visual-Spatial Skills in Mathematics Learning? *International Conference on Computers in Education. Asia-Pacific Society for Computers in*

- Education*, 1–9.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58459/icce.2024.4987>
- Benamen, R. B., Achmad Buchori, & Didik Purwosetiyono. (2025). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Menggunakan Kerangka Design Thinking Untuk Meningkatkan Numerasi. *JIPMat*, 10(1), 13–20.
<https://doi.org/10.26877/b813zm44>
- Chen, Y. (2019). Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695–1722.
<https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- Chen, Y. C. (2019). Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695–1722.
<https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- Ezra Putranda Setiawan. (2021). Statistical Literacy In Primary School Mathematics Curricula: Historical Review And Development. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(1), 1–20.
<https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i1.1915>
- Gusteti, M., Rahmalina, W., Wulandari, S., Mulyati, A., Hayati, R., Azmi, K., & Zaliani, S. (2024). Augmented Reality: Revolusi Teknologi yang Mengubah Pembelajaran. *Kutip Gusteti, Meria Ultra, et Al. "Augmented Reality: Revolusi Teknologi Yang Mengubah Pembelajaran." Jurnal Dedikasia: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 93–104.
<https://ejournal.uinbukittinggi.ac.id/index.php/dedikasia/article/view/8681>
- Hakim, L. L., Hidayat, H., Salmun, A., & Sulastri, Y. L. (2024). Applications of Augmented Reality in Mathematics Learning: A Bibliometric and Content Analysis. *Proceedings of the International Conference on Teaching, Learning and Technology (ICTLT 2023), Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 250–263.
https://doi.org/10.2991/978-2-38476-206-4_29
- Kaluge, A. H. (2024). Pemanfaatan AI untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika di Era Digital. *Mathematical Proceedings of The Widya Mandira Catholic University*, 191–205.
- Kamid, Fadila, K., & Novferma. (2025). Analisis kecemasan matematis terhadap kemampuan mengkonstruksi pengetahuan matematika siswa SMP. *JIPMat (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 10(1), 43–55.
- Kementerian Pendidikan Riset, dan Teknologi, K. (2022). UR - <https://an.kemdikbud.go.id/...> (ganti dengan URL sebenarnya)UR - <https://an.kemdikbud.go.id/...> (ganti dengan URL sebenarnya). Pusat Asesmen dan Pembelajaran.
- Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101245.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101245>
- Marian, F., & Suparman. (2019). Design

- of Student Worksheet Based On Discovery Learning to Improve the Ability of Mathematics Reasoning Students of Class VII Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1306(1), 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1306/1/012036>
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57. <https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i1.188>
- Meilindawati, R., Zainuri, Z., & Hidayah, I. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality (Ar) Dalam Pembelajaran Matematika. *JURNAL E-DuMath*, 9(1), 55–62. <https://doi.org/10.52657/je.v9i1.1941>
- Nadzri, A. Y. N. M., Ayub, A. F. M., & Zulkifli, N. N. (2023). The Effect of Using Augmented Reality Module in Learning Geometry on Mathematics Performance among Primary Students. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(9), 1478–1486. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.9.1952>
- Nugroho, A., & Pramono, B. A. (2017). Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang. *Jurnal Transformatika*, 14(2), 86. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v14i2.442>
- Nurmaliah, R., Matematika, P., & Majalengka, U. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Augmented Reality Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA 2024*, 105–118.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Othman, F. W., Nashir, I. M., Ekram, M., Hafis, A., & Mohd, N. (2024). Integrating Augmented Reality Technology in the Internet of Things Learning: Integrating Augmented Reality Technology in the Internet of Things Learning: A Systematic Review. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 61(2), 69–86. <https://doi.org/10.37934/araset.61.2.6986>
- Pahmi, S., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Kuncoro, K. S., & Usodo, B. (2023). Assessing the Influence of Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(5), 1–25. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.5.1>
- Renanda, A., Qohar, A., & Chandra, T. D. (2023a). Analisis Peningkatan Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele dengan Pendekatan Konstruktivisme. *Jurnal Tadris Matematika*, 6(1), 101–114. <https://doi.org/10.21274/jtm.2023.6.1.101-114>
- Renanda, A., Qohar, A., & Chandra, T. D. (2023b). Analisis Peningkatan Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele dengan Pendekatan Konstruktivisme. *Jurnal Tadris Matematika*, 6(1), 101–114. <https://doi.org/10.21274/jtm.2023.6.1.101-114>

- 1.101-114
- Riyadi, S., Ida Dwi Jayanti, & Didik Purwosetiyono. (2024). Eksplorasi Desain Media Android Untuk Meningkatkan Kemampuan Numerasi Siswa Dengan Metode Design Thinking. *JIPMat*, 9(1), 170–179. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v9i1.495>
- Siregar, N. A. R., Susanti, S., Bagus, S. T., & Amirozalina, R. (2024). Desain E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheets Pada Materi Perbandingan Senilai. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 9(2), 339. <https://doi.org/10.25157/teorema.v9i2.16382>
- Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *ISLAMIKA*, 1(2), 79–88. <https://doi.org/10.36088/islamika.v1i2.208>
- Tagaeva, D., Talipov, A., & Saipbekova, S. (2024). Formation of Schoolchildren Competencies when Teaching Geometry using Geometric Tasks with Life Content. *Bulletin of Science and Practice*, 10(6), 670–674. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/103/79>
- Tarng, W., Huang, J.-K., & Ou, K.-L. (2024). Improving Elementary Students' Geometric Understanding Through Augmented Reality and Its Performance Evaluation. *Systems*, 12(11), 493. <https://doi.org/10.3390/systems12110493>
- Uriarte-Portillo, A., Zatarain-Cabada, R., Barrón-Estrada, M. L., Ibáñez, M. B., & González-Barrón, L. M. (2023). Intelligent Augmented Reality for Learning Geometry. *Information (Switzerland)*, 14(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/info14040245>
- Wu, J., Jiang, H., Long, L., & Zhang, X. (2024). Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience. *Education and Information Technologies*, 29(18), 24627–24652. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12768-y>