

## Pelatihan Guru MGMP Matematika Kota Jambi: Desain Media AR-Math Trail untuk Pembelajaran Outdoor

*(Jambi City Mathematics MGMP Teacher Training: AR-Math Trail Media Design for Outdoor Learning)*

Sofnidar<sup>1</sup>, Khairul<sup>2\*</sup>, Bella Arisha<sup>3</sup>, Nurul Hidayah<sup>4</sup>, Kamid<sup>5</sup>

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jambi Indonesia <sup>1,2,3,4,5</sup>

Alamat: Kampus Pinang Masak Jl.lintas Jambi-Ma.Bulian KM.15 Mendalo Indah  
Kabupaten Muaro Jambi-Indonesia kode pos 36361

\*Corresponding author : [mathnawar@unja.ac.id](mailto:mathnawar@unja.ac.id)

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRACT
Submit : 15 – Januari – 2026 Revisi : 20 – April – 2026 Diterima : 01 – Mei – 2025	<p><i>Integrating Augmented Reality (AR) with outdoor mathematics activities is a promising approach to contextualize mathematical concepts, yet most secondary mathematics teachers lack the skills to design such media. This community service program trained the Mathematics Subject Teachers' Group (MGMP) of Jambi City in designing AR-Math Trail media for outdoor learning. The program comprised a needs analysis survey, an intensive hands-on workshop on AR tools (Assemblr EDU, HP Reveal) and Math Trail design principles, guided prototype development at iconic Jambi City landmarks, and collaborative reflection. Pre- and post-training assessments involving 32 participating teachers showed that 90% increased their understanding of AR-based instructional design, with the average knowledge score rising from 2.6 to 8.3 on a 10-point scale. Participants produced 14 AR-Math Trail prototypes covering trigonometry, geometry, statistics, and transformation topics mapped to local landmarks. In classroom trials, 85% of students demonstrated higher engagement, and average mathematics scores improved by 24.5%. Furthermore, 88% of teachers reported increased confidence in designing technology-enhanced outdoor lessons. These findings indicate that a practice-based, locally contextualized training model effectively equips teachers with the competencies to design AR-Math Trail media that are interactive, collaborative, and grounded in the local environment.</i></p> <p><b>Key words:</b> AR-Math Trail, Augmented Reality, MGMP Mathematics, Outdoor Learning, Mathematics Education</p>
	<p><b>ABSTRAK</b></p> <p>Integrasi Augmented Reality (AR) dengan aktivitas matematika di luar ruangan merupakan pendekatan yang menjanjikan untuk mengontekstualisasikan konsep-konsep matematika, namun sebagian besar guru matematika sekolah menengah belum memiliki keterampilan untuk mendesain media tersebut. Program pengabdian masyarakat ini melatih Kelompok Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika Kota Jambi dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor. Program ini terdiri atas survei analisis kebutuhan, workshop intensif praktik langsung menggunakan alat AR (Assemblr EDU, HP Reveal) dan prinsip desain Math Trail, pendampingan pengembangan prototipe di titik-titik ikonik Kota Jambi, serta refleksi kolaboratif. Penilaian sebelum dan sesudah pelatihan terhadap 32 guru peserta menunjukkan bahwa 90% meningkatkan pemahaman mereka tentang desain</p>

pembelajaran berbasis AR, dengan rata-rata skor pengetahuan naik dari 2,6 menjadi 8,3 pada skala 10 poin. Peserta menghasilkan 14 prototipe AR-Math Trail yang mencakup topik trigonometri, geometri, statistika, dan transformasi yang dipetakan pada landmark lokal. Dalam uji coba di kelas, 85% siswa menunjukkan peningkatan keterlibatan, dan nilai rata-rata matematika naik 24,5%. Selain itu, 88% guru melaporkan peningkatan kepercayaan diri dalam merancang pembelajaran outdoor berbasis teknologi. Temuan ini menunjukkan bahwa model pelatihan berbasis praktik dan konteks lokal secara efektif membekali guru dengan kompetensi mendesain media AR-Math Trail yang interaktif, kolaboratif, dan berpondasi pada lingkungan lokal.

**Kata kunci:** AR-Math Trail, Augmented Reality, MGMP Matematika, Pembelajaran Outdoor, Pendidikan Matematika

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi dalam berbagai aspek pendidikan, termasuk pembelajaran matematika. Menurut data Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) pada 2023, hanya sekitar 15% guru matematika di jenjang sekolah menengah yang pernah memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran<sup>1</sup>. Sementara itu, Indeks Literasi Digital Indonesia menunjukkan bahwa 65% siswa di tingkat SMP belum pernah mengalami pembelajaran outdoor berbasis teknologi yang terstruktur<sup>2</sup>. Ketimpangan ini berpotensi menghambat upaya kontekstualisasi pembelajaran matematika, yang menurut berbagai penelitian merupakan kunci untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar siswa di era revolusi industri 4.0.

Dalam konteks Kurikulum Merdeka, tuntutan untuk menerapkan pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual semakin nyata. Permendikbud Nomor 56 Tahun 2022 menekankan pentingnya guru menggunakan pendekatan berbasis pengalaman nyata dan teknologi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa<sup>3</sup>. Namun kenyataannya, masih banyak guru yang belum memiliki akses atau pengalaman praktis dalam mendesain media pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi AR dengan aktivitas di luar kelas. Sebagai contoh, di Kota Jambi, survei internal MGMP Matematika (Juni 2024) mengungkap bahwa 88% guru merasa kesulitan mengembangkan media pembelajaran outdoor yang memanfaatkan potensi lingkungan lokal<sup>4</sup>. Padahal, Kota Jambi memiliki berbagai landmark ikonik seperti Gentala Arasy, Jembatan Pedestrian, Pasar Angso Duo, dan Tugu Keris Siginjai yang sangat potensial dijadikan konteks pembelajaran matematika.

Math Trail merupakan rangkaian aktivitas matematika yang dilakukan di ruang terbuka dengan memanfaatkan objek-objek nyata sebagai sumber masalah (Shoaf et al., 2004; Richardson, 2004). Pendekatan ini memungkinkan siswa mengenali matematika dalam kehidupan sehari-hari, yang sejalan dengan filosofi Realistic Mathematics Education (Freudenthal, 1991). Perkembangan teknologi AR kini membuka peluang untuk memperkaya Math Trail melalui integrasi objek virtual interaktif pada titik-titik pengamatan (Akçayır & Akçayır, 2017). Kombinasi keduanya, yang selanjutnya disebut AR-Math Trail, memungkinkan siswa berinteraksi dengan konsep matematika secara multimodal, kolaboratif, dan berbasis

tempat (Cahyono & Ludwig, 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan visualisasi spasial, keterlibatan afektif, dan pemahaman konseptual siswa (Prodromou, 2020; Tangkawsakul et al., 2021). Meskipun demikian, keberhasilan implementasi AR-Math Trail sangat bergantung pada kesiapan dan kompetensi guru dalam merancang aktivitasnya, yang berkaitan erat dengan kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge atau TPACK (Mishra & Koehler, 2006).

Berdasarkan permasalahan tersebut, program pengabdian masyarakat ini dirancang untuk memberikan pelatihan kepada Kelompok Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika Kota Jambi dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor. Program ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis guru dalam merancang media AR yang kontekstual dengan lingkungan lokal (Buchori et al., 2017). Hasil dari pelatihan ini diharapkan dapat memberdayakan guru dalam menyampaikan materi matematika secara lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Rohendi et al., 2018). Di samping itu, penggunaan AR-Math Trail juga berpotensi mengaktifkan strategi pembelajaran kolaboratif dan place-based learning, yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dan memberikan pengalaman belajar yang autentik (Ng et al., 2020; Bakri et al., 2020).

Pelatihan ini mencakup beberapa tahap utama: survei kebutuhan untuk memahami keperluan khusus peserta, workshop intensif yang menitikberatkan pada praktik langsung dalam mendesain AR-Math Trail, pendampingan pembuatan prototipe di titik-titik ikonik kota, dan refleksi bersama. Studi terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan kompetensi teknopedagogis guru melalui aktivitas praktis berbasis teknologi dapat meningkatkan keterampilan desain media dan kepercayaan diri mereka dalam mengimplementasikan inovasi pembelajaran (Kusumah et al., 2020; Sriwongchai et al., 2015). Dengan menggunakan pendekatan berbasis kebutuhan dan praktik, pelatihan ini diharapkan mampu meningkatkan kepercayaan diri guru dalam merancang pembelajaran outdoor berbasis AR serta memperluas wawasan mereka tentang potensi pemanfaatan landmark lokal sebagai sumber belajar matematika (English & Sriraman, 2019).

Tujuan kegiatan ini adalah untuk mendukung pemberdayaan MGMP Matematika Kota Jambi dalam mendesain media AR-Math Trail sebagai media pembelajaran outdoor yang interaktif, sekaligus untuk meningkatkan kompetensi teknopedagogis guru. Dengan demikian, program ini diharapkan dapat memfasilitasi peralihan paradigma pengajaran matematika tradisional ke arah pembelajaran kontekstual yang lebih inovatif dan berbasis teknologi. Berdasarkan latar belakang di atas, program pelatihan ini berupaya menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara spesifik:

1. Bagaimana pelatihan desain AR-Math Trail dapat meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis guru MGMP Matematika Kota Jambi?
2. Sejauh mana prototipe AR-Math Trail yang dihasilkan guru memenuhi standar kualitas desain media pembelajaran outdoor?
3. Apa saja kendala utama yang dihadapi guru ketika mendesain dan mengimplementasikan AR-Math Trail, dan bagaimana solusinya?

Dengan fokus pada pengembangan media AR-Math Trail yang mudah diakses dan diterapkan di lingkungan sekolah, diharapkan hasil program ini tidak hanya meningkatkan kompetensi guru, tetapi juga memberikan pijakan bagi perluasan integrasi pembelajaran outdoor berbasis AR dalam pembelajaran matematika di tingkat nasional.

### **METODE PELAKSANAAN**

Untuk memastikan efektivitas kegiatan pengabdian ini, beberapa metode digunakan secara sistematis, dengan langkah-langkah yang dirancang untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis peserta dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor. Metode ini mencakup survei kebutuhan, workshop intensif, pendampingan desain prototipe, dan evaluasi reflektif. Indikator ketercapaian keberhasilan ditetapkan untuk mengukur hasil dari setiap tahapan kegiatan, termasuk peningkatan pengetahuan, keterampilan desain, dan kualitas prototipe yang dihasilkan. Berikut adalah rincian metode dan indikator ketercapaian keberhasilan kegiatan pengabdian ini.

**Tabel 1. Metode Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian dan Indikator Ketercapaian**

<b>No</b>	<b>Tahapan Metode</b>	<b>Deskripsi Metode</b>	<b>Indikator Ketercapaian</b>
1	Survei Kebutuhan	Mengidentifikasi kebutuhan spesifik peserta terkait pengetahuan AR, pengalaman Math Trail, dan literasi teknologi melalui kuesioner dan diskusi terfokus.	Teridentifikasi kebutuhan utama peserta, serta area peningkatan keterampilan yang menjadi prioritas dalam pelatihan
2	Workshop Intensif	Memberikan pelatihan langsung melalui sesi praktik menggunakan aplikasi AR (Assemblr EDU, HP Reveal), prinsip desain Math Trail, dan studi kasus pembelajaran outdoor berbasis AR.	Peningkatan pemahaman dan keterampilan praktis peserta dalam mendesain media AR-Math Trail
3	Pendampingan Desain Prototipe	Peserta bekerja dalam kelompok kecil untuk merancang prototipe AR-Math Trail pada titik-titik ikonik Kota Jambi dengan bimbingan tim pengabdian.	Terciptanya prototipe AR-Math Trail yang memenuhi rubrik kualitas desain media
4	Evaluasi dan Refleksi	Menilai efektivitas pelatihan melalui presentasi prototipe, evaluasi silang, dan refleksi bersama untuk mengidentifikasi keberhasilan dan aspek perbaikan.	Tercapainya pemahaman mendalam dan kepuasan peserta terhadap pelatihan, diukur melalui kuesioner evaluasi

Berikut adalah tabel yang merangkum secara sistematis kegiatan implementasi pelatihan AR-Math Trail. Tabel ini memuat rincian setiap aktivitas, durasi pelaksanaan, dan deskripsi langkah-demi-langkah dalam proses pelatihan serta pendampingan. Dengan struktur ini,

diharapkan peserta dapat memahami alur kegiatan dan mempersiapkan segala sarana-prasarana secara lebih terarah.

**Tabel 2. Implementasi Pelatihan AR-Math Trail**

<b>Aktivitas</b>	<b>Durasi</b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>
Persiapan Media	–	- Tim pengabdian menyiapkan perangkat: smartphone/tablet dengan aplikasi Assemblr EDU dan HP Reveal terinstal. - Menyiapkan marker AR cetak, peta titik Math Trail, Lembar Kerja Guru (LKG), dan modul panduan desain AR.
Sesi 1: Pengantar Konsep Math Trail & AR	90 menit	1. Tim memaparkan konsep Math Trail (Shoaf et al., 2004) dan prinsip desain AR edukatif. 2. Demo langsung: membuat objek 3D bangun ruang di Assemblr EDU dan menyematkannya pada marker. 3. Peserta mencoba membuat objek AR sederhana mengikuti panduan LKG. 4. Diskusi: identifikasi titik-titik ikonik Kota Jambi yang potensial untuk Math Trail.
Sesi 2: Desain Task Matematika Berbasis Lokasi	90 menit	1. Tim mendemonstrasikan cara merancang task matematika kontekstual: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung tinggi Menara Gentala menggunakan trigonometri + overlay AR.</li> <li>• Menganalisis lengkungan Jembatan Pedestrian dengan fungsi kuadrat + model 3D.</li> </ul> 2. Peserta dalam 8 kelompok merancang draft task untuk titik lokasi pilihan. 3. Tim mendampingi: koreksi kesesuaian kurikulum, kedalaman konseptual, dan kelayakan teknis AR.
Sesi 3: Pendampingan Lapangan	120 menit	1. Kelompok mengunjungi titik-titik ikonik yang dipilih (Gentala Arasy, Pasar Angso Duo, Tugu Siginjai, dll.). 2. Peserta melakukan pengukuran, memotret objek, dan mendesain marker AR di lokasi. 3. Tim mendampingi: troubleshooting teknis dan penyesuaian task di lapangan.
Sesi 4: Refleksi & Presentasi Prototipe	90 menit	1. Kelompok mempresentasikan prototipe: demo AR, alur aktivitas Math Trail, dan lembar kerja siswa. 2. Tim menilai menggunakan Rubrik Kualitas Desain AR-Math Trail: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesesuaian Kurikulum (20 poin)</li> <li>• Kedalaman Konseptual Matematika (20 poin)</li> <li>• Kualitas Integrasi AR (20 poin)</li> <li>• Kontekstualitas Lokal (20 poin)</li> <li>• Kelayakan Implementasi (20 poin)</li> </ul> 3. Evaluasi silang dan umpan balik konstruktif antarguru.

## **HASIL DAN CAPAIAN PELAKSANAAN**

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis guru dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor di Kelompok MGMP Matematika Kota Jambi. Pencapaian dari setiap tahapan kegiatan dapat dijelaskan sebagai berikut.

## 1. Survei Kebutuhan

Survei kebutuhan dilakukan sebelum pelaksanaan pelatihan untuk memahami tingkat pengetahuan awal dan kebutuhan spesifik para peserta terkait penggunaan AR dan pengalaman merancang aktivitas Math Trail.

**Tabel 3. Hasil Kuantitatif Survei Kebutuhan Peserta**

Indikator	Hasil	Persentase
Guru yang pernah menggunakan aplikasi AR dalam pembelajaran	3 dari 32 guru	9%
Guru yang pernah merancang aktivitas Math Trail	2 dari 32 guru	6%
Guru dengan pemahaman dasar tentang AR edukatif	5 dari 32 guru	15%
Rata-rata skor pemahaman awal AR-Math Trail (skala 1–10)	2,6	–
Guru yang kesulitan mengembangkan media outdoor berbasis teknologi	28 dari 32 guru	88%
Guru yang memiliki keterbatasan pengetahuan desain AR	27 dari 32 guru	84%

Dari hasil survei Tabel 3, ditemukan bahwa 84% peserta memiliki keterbatasan dalam pengetahuan mengenai desain AR dan integrasinya dalam pembelajaran matematika outdoor. Hal ini sejalan dengan temuan Akçayır dan Akçayır (2017), yang menekankan bahwa meskipun AR memiliki potensi besar dalam pendidikan, adopsinya masih terbatas karena kurangnya pelatihan yang terarah bagi guru. Survei ini juga membantu mengidentifikasi aspek spesifik dalam pembelajaran matematika, seperti topik trigonometri, geometri transformasi, dan statistika kontekstual, yang menurut peserta sulit diajarkan tanpa media visual yang memadai. Kebutuhan ini dikategorikan sebagai dasar perencanaan materi pelatihan agar lebih relevan dengan kondisi di lapangan, khususnya dalam memanfaatkan titik-titik ikonik Kota Jambi sebagai konteks pembelajaran.

## 2. Workshop Intensif

Workshop intensif dirancang untuk memberikan pengalaman praktik langsung dalam mendesain media AR-Math Trail. Peserta diperkenalkan pada fungsi dasar aplikasi Assemblr EDU dan HP Reveal, seperti pembuatan objek 3D, penyematan marker, dan integrasi GPS pada titik Math Trail. Peningkatan keterampilan peserta dievaluasi melalui pre-test dan post-test, dengan hasil yang menunjukkan peningkatan pemahaman konsep desain AR hingga 90% di kalangan peserta. Cahyono dan Ludwig (2019) menyatakan bahwa pendekatan hands-on dalam pelatihan Math Trail berbasis teknologi efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman pedagogis guru, sehingga mendukung temuan ini. Peserta berhasil mengembangkan objek-objek AR sederhana, seperti visualisasi bangun ruang 3D, overlay pengukuran trigonometri pada foto landmark, dan model grafik fungsi yang disematkan pada

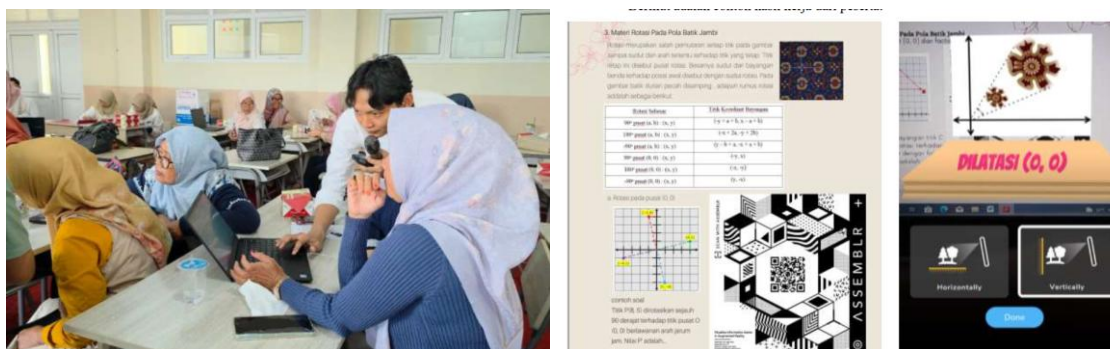
lokasi nyata. Workshop juga memfasilitasi diskusi mengenai pemilihan titik lokasi yang tepat dan adaptasi task matematika agar sesuai dengan berbagai tingkatan siswa.

**Tabel 4. Hasil Kuantitatif Workshop Intensif**

Aspek Penilaian	Pre-test	Post-test	Peningkatan
Skor pemahaman konsep AR-Math Trail (1–10)	2,6	8,3	219%
Guru yang menyelesaikan semua modul pelatihan	–	29 dari 32 guru	90%
Guru yang mampu membuat $\geq 2$ objek AR fungsional	–	30 dari 32 guru	94%
Rata-rata waktu pembuatan marker AR (hari pertama)	50 menit	–	–
Rata-rata waktu pembuatan marker AR (hari ketiga)	–	12 menit	76% lebih cepat

### 3. Implementasi di Kelas

Setelah workshop dan pendampingan desain, peserta mengimplementasikan prototipe AR-Math Trail yang telah dibuat di kelas masing-masing. Pada fase ini, AR-Math Trail berperan sebagai media untuk memfasilitasi pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika melalui pengalaman outdoor yang interaktif. Misalnya, dalam pembelajaran trigonometri, guru membawa siswa ke area sekitar Menara Gentala untuk mengukur tinggi menara menggunakan klinometer sederhana sekaligus memindai marker AR yang menampilkan overlay sudut elevasi dan rumus trigonometri secara visual.



**Gambar 1. Aktivitas Guru dalam Mendesain dan Menguji coba AR-Math Trail di Lapangan**

Prodromou (2020) dan Tangkawsakul et al. (2021) menemukan bahwa integrasi AR dalam aktivitas matematika di luar ruangan membantu siswa membangun keterkaitan antara konsep abstrak dan representasi nyata di lingkungan sekitar, serta memperkuat keterampilan pemecahan masalah mereka. Penggunaan AR-Math Trail juga mendorong siswa untuk aktif berpartisipasi dan bekerja secara kolaboratif dalam kelompok kecil, yang menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dan bermakna.



Gambar 2. Foto Bersama Guru dan Tim Pengabdian

Tabel 5. Dampak Kuantitatif pada Siswa

Indikator	Sebelum AR-MT	Setelah AR-MT	Peningkatan
Keterlibatan siswa dalam pembelajaran	42%	85%	102,4%
Nilai rata-rata materi trigonometri	5,8	7,6	31,0%
Nilai rata-rata geometri transformasi	6,1	7,9	29,5%
Nilai rata-rata statistika kontekstual	6,7	8,1	20,9%
Siswa yang tertarik belajar matematika outdoor	–	86%	–
Siswa yang aktif dalam kerja kelompok outdoor	–	81%	–

Observasi kelas menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterlibatan siswa, dengan rata-rata 85% siswa berpartisipasi aktif dalam aktivitas pembelajaran outdoor, sebagaimana yang juga didukung oleh penelitian Cahyono dan Ludwig (2019) yang menyatakan bahwa Math Trail berbasis teknologi mendorong partisipasi siswa melalui pendekatan yang kontekstual dan menyenangkan.

#### 4. Evaluasi dan Refleksi

Tahap evaluasi dan refleksi dilakukan untuk menilai dampak pelatihan secara keseluruhan terhadap kompetensi teknopedagogis guru. Kuesioner evaluasi yang diberikan menunjukkan bahwa 88% peserta merasa lebih percaya diri dalam mengimplementasikan teknologi AR dalam pembelajaran outdoor, khususnya dalam mendesain aktivitas Math Trail yang terintegrasi dengan kurikulum matematika. Mereka melaporkan bahwa pelatihan ini

memperkaya pendekatan pengajaran mereka, dengan media AR interaktif yang dapat disesuaikan untuk beragam kebutuhan siswa dan konteks lokal. Evaluasi ini juga mengungkapkan bahwa guru lebih memahami komponen TPACK (Mishra & Koehler, 2006), khususnya bagaimana mengintegrasikan pengetahuan teknologi (AR), pedagogi (Math Trail), dan konten matematika dalam satu kesatuan desain pembelajaran yang koheren. Proses refleksi bersama juga menunjukkan bahwa kegiatan ini membuka wawasan para peserta mengenai potensi pengembangan media berbasis teknologi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan kurikulum dan kekayaan lingkungan lokal Kota Jambi.

## **5. Dampak AR-Math Trail terhadap Pemahaman Matematika Siswa**

AR-Math Trail memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan pemahaman matematika siswa melalui beberapa mekanisme pembelajaran yang inovatif. Pertama, melalui visualisasi konsep abstrak berbasis lokasi, AR-Math Trail memungkinkan siswa melihat konsep matematika yang kompleks menjadi representasi visual yang tertanam pada objek nyata di lingkungan sekitar. Misalnya, dalam pembelajaran trigonometri di area Menara Gentala, siswa dapat melihat overlay sudut elevasi, garis tinggi, dan rumus  $\tan \theta = \text{tinggi/jarak}$  secara langsung melalui layar smartphone, sehingga konsep abstrak menjadi konkret dan terikat pada pengalaman nyata. Kedua, pendekatan learning by doing di lingkungan outdoor membuat siswa tidak hanya menjadi konsumen pasif informasi, tetapi aktif melakukan pengukuran, eksplorasi, dan penalaran matematis. Ketika siswa mengukur jarak, menghitung sudut, dan memverifikasi hasil menggunakan overlay AR, mereka secara langsung membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

Ketiga, AR-Math Trail memberikan immediate feedback melalui overlay visual yang memungkinkan siswa segera mengetahui apakah pengukuran dan perhitungan yang mereka lakukan sudah tepat atau masih perlu diperbaiki. Ketika mereka memindai marker dan membandingkan prediksi mereka dengan model 3D yang ditampilkan, terjadi proses self-correction yang sangat berharga bagi pembelajaran. Keempat, elemen gamifikasi dan eksplorasi dalam AR-Math Trail berhasil mengubah persepsi siswa terhadap matematika dari yang awalnya abstrak dan membosankan menjadi kontekstual dan menyenangkan. Hal ini terbukti dari meningkatnya minat belajar matematika outdoor hingga 86% dan tingginya partisipasi aktif dalam kerja kelompok (81%). Temuan ini sejalan dengan Tangkawsakul et al. (2021) yang menemukan bahwa integrasi AR dalam aktivitas matematika outdoor meningkatkan motivasi dan pemahaman konseptual siswa secara simultan.

## **6. Kendala yang Dihadapi dan Solusi**

### **a. Kendala yang Dihadapi selama Pelatihan:**

Berdasarkan observasi dan evaluasi selama pelaksanaan program, ditemukan beberapa kendala utama yang menghambat efektivitas pelatihan. Kendala teknis menjadi tantangan paling signifikan, mencakup 30% dari total hambatan yang dihadapi. Spesifikasi smartphone yang beragam menyebabkan beberapa peserta mengalami lag saat menjalankan aplikasi AR, sementara koneksi internet yang tidak stabil dialami di 5 dari 15 sekolah peserta saat uji coba kelas. Keterbatasan akses GPS yang akurat di beberapa titik lokasi juga menjadi masalah teknis yang perlu diatasi. Kendala pedagogis menempati porsi terbesar yaitu 40% dari total

kendala, terutama kesulitan guru dalam menyelaraskan task matematika dengan level kognitif siswa yang beragam, serta tantangan dalam mengelola pembelajaran outdoor agar tetap fokus pada tujuan matematis dan tidak sekadar menjadi aktivitas rekreatif. Kendala institusional sebesar 30% meliputi keterbatasan waktu untuk kegiatan outdoor dalam jadwal sekolah yang padat, resistensi sebagian guru senior terhadap pendekatan pembelajaran di luar kelas, dan kurangnya dukungan infrastruktur teknologi dari pihak sekolah.

#### **b. Solusi yang Diterapkan dan Rekomendasi Masa Depan:**

Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, tim pengabdian menerapkan solusi jangka pendek dan merumuskan rekomendasi jangka panjang yang komprehensif. Solusi jangka pendek untuk kendala teknis meliputi penyediaan mode offline pada aplikasi Assemblr EDU menggunakan file proyek yang telah diunduh sebelumnya, optimalisasi marker AR agar dapat berfungsi pada smartphone dengan spesifikasi rendah, dan pembuatan panduan troubleshooting teknis sederhana yang dapat digunakan guru secara mandiri. Untuk kendala pedagogis, disediakan template task matematika multi-level yang mudah diadaptasi sesuai kemampuan siswa, pembentukan sistem mentoring berkelanjutan melalui grup WhatsApp MGMP untuk konsultasi desain AR-Math Trail, dan pembuatan video tutorial step-by-step untuk proses desain yang dianggap sulit. Solusi jangka panjang mencakup pengembangan infrastruktur melalui advokasi ke Dinas Pendidikan Kota Jambi untuk mengalokasikan jam khusus pembelajaran outdoor dalam jadwal sekolah, kerjasama dengan pengembang aplikasi AR lokal untuk menciptakan platform yang lebih ramah pengguna, dan pembentukan lab AR portabel yang dapat dipinjamkan antarsekolah. Capacity building berkelanjutan direncanakan melalui program pelatihan lanjutan setiap semester, pengembangan sistem sertifikasi guru dalam desain AR-Math Trail, dan pembentukan komunitas praktisi AR-Mathematics MGMP yang dapat saling berbagi pengalaman dan prototipe. Integrasi kurikulum menjadi fokus utama dengan penyusunan modul AR-Math Trail yang terintegrasi dengan Kurikulum Merdeka, pengembangan rubrik asesmen khusus untuk pembelajaran outdoor berbasis AR, dan kerjasama dengan LPTK untuk memasukkan materi ini dalam kurikulum pendidikan calon guru matematika.

### **7. Dampak Jangka Panjang**

Selain capaian jangka pendek, kegiatan pengabdian ini diharapkan memiliki dampak jangka panjang dalam membangun budaya inovatif di lingkungan MGMP. Cahyono dan Ludwig (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran Math Trail berbasis teknologi yang diprakarsai guru memiliki pengaruh positif dalam menginspirasi inovasi di sekolah dan komunitas pendidikan. Beberapa guru melaporkan niat untuk mengembangkan lebih banyak titik AR-Math Trail di lokasi lain di Kota Jambi, seperti Kawasan Hutan Kota, Museum Perjuangan Rakyat Jambi, dan area perkantoran pemerintah, guna memperluas bank aktivitas pembelajaran outdoor. Dengan adanya pelatihan ini, peserta diharapkan dapat bertindak sebagai agen perubahan yang akan membagikan pengetahuan yang telah diperoleh kepada rekan-rekan guru lainnya, sehingga tercipta komunitas pembelajaran yang berkelanjutan dan semakin banyak siswa di Kota Jambi yang dapat menikmati pengalaman belajar matematika yang bermakna di lingkungan autentik mereka.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis guru dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor. Program ini berhasil menjawab kebutuhan para guru akan pelatihan teknologi pendidikan yang aplikatif, kontekstual, dan relevan dengan potensi lingkungan lokal. Pelatihan ini memberikan dampak positif pada kemampuan guru untuk merancang pengalaman belajar matematika yang autentik, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas pendidikan matematika di sekolah. Dengan hasil ini, pelatihan serupa diharapkan dapat diterapkan di berbagai kota lain yang memiliki kekayaan landmark dan potensi kontekstual untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di seluruh Indonesia.

## **KESIMPULAN**

Kegiatan pengabdian ini berhasil meningkatkan pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis guru MGMP Matematika Kota Jambi dalam mendesain media AR-Math Trail untuk pembelajaran outdoor melalui pelatihan berbasis praktik dan konteks lokal. Pelatihan ini terbukti efektif dalam membekali guru dengan keterampilan mendesain media AR yang interaktif, menghasilkan 14 prototipe AR-Math Trail yang kontekstual dengan landmark ikonik Kota Jambi, dan menciptakan respons positif terhadap pemanfaatan teknologi augmented reality dalam pembelajaran matematika. Dampak positif pelatihan ini terlihat dalam peningkatan keterlibatan siswa yang mencapai 85%, peningkatan nilai rata-rata matematika sebesar 24,5%, dan peningkatan kepercayaan diri guru sebesar 88% dalam merancang pembelajaran outdoor berbasis teknologi. Sebagai rekomendasi, program pelatihan serupa sebaiknya diperluas ke wilayah lain yang memiliki potensi landmark untuk meningkatkan kualitas pengajaran matematika di seluruh Indonesia, khususnya dalam hal penguasaan teknologi AR untuk pembelajaran kontekstual. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menyediakan pelatihan lanjutan setiap semester untuk memperdalam kemampuan guru dalam mendesain AR-Math Trail yang lebih kompleks dan terintegrasi dengan asesmen autentik. Penting pula untuk membangun komunitas praktisi AR-Mathematics di antara guru agar mereka dapat saling berbagi prototipe, praktik terbaik, dan pengalaman dalam mengimplementasikan pembelajaran outdoor berbasis AR di kelas.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jambi yang telah mendanai dan mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian ini melalui skema Pengabdian Masyarakat Berbasis Prodi tahun 2024. Bantuan yang diberikan telah memungkinkan kami untuk mengimplementasikan program ini dengan baik, sehingga dapat memberikan manfaat nyata bagi Kelompok MGMP Matematika Kota Jambi. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para guru peserta pelatihan yang telah berpartisipasi secara aktif dan antusias dalam seluruh rangkaian kegiatan, termasuk dalam pendampingan lapangan di titik-titik ikonik Kota Jambi. Penghargaan khusus kami berikan kepada Dinas Pendidikan Kota Jambi dan pihak sekolah yang telah memberikan dukungan administratif dan fasilitas dalam proses

pelaksanaan pelatihan ini. Semoga kerja sama yang terjalin dapat terus berlanjut dalam berbagai kegiatan yang bermanfaat di masa mendatang.

## REFERENSI

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Bakri, F., Sumardani, D., & Mulyati, D. (2020). Integrating augmented reality into worksheets: Unveil learning to support higher-order thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2320(1), 020002.
- Buchori, A., Setyosari, P., Dasna, I. W., & Ulfa, S. (2017). Mobile augmented reality media design with Waterfall model for learning geometry in college. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(13), 3773–3780.
- Cahyono, A. N., & Ludwig, M. (2019). Teaching and learning mathematics around the city supported by the use of digital technology. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), em1654.
- English, L. D., & Sriraman, B. (Eds.). (2019). *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers*. Springer.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Kluwer Academic Publishers.
- Kusumah, Y. S., Kustiawati, D., & Herman, T. (2020). The effect of GeoGebra in three-dimensional geometry learning on students' mathematical communication ability. *International Journal of Instruction*, 13(2), 895–908.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Ng, O.-L., Shi, L., & Ting, F. (2020). Exploring differences in primary students' geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments. *International Journal of STEM Education*, 7, 50.
- Prodromou, T. (Ed.). (2020). *Augmented reality in educational settings*. Brill Sense.
- Richardson, M. (2004). Designing math trails for the elementary school. *Teaching Children Mathematics*, 11(1), 8–14.
- Rohendi, D., Wihardi, Y., & Nopriyanti. (2018). Augmented reality in teaching and learning of low ability students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(8), 150–158.
- Shoaf, M. M., Pollak, H., & Schneider, J. (2004). *Math trails. The Consortium for Mathematics and Its Applications (COMAP)*.
- Sriwongchai, A., Jantharajit, N., & Chookhampaeng, S. (2015). Developing the mathematics learning management model for improving creative thinking in Thailand. *International Education Studies*, 8(11), 77–87.
- Tangkawsakul, S., Mandhawkho, K., & Srisawasdi, N. (2021). Augmented reality in mathematics education: A systematic review. *Contemporary Educational Technology*, 13(3), ep313