KREATIF
Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Teknologi
p-ISSN: 2986-9242
e-ISSN: 2986-8866

In-On-In Training Service Pembelajaran Matematika Digital: Penguatan Kompetensi Guru Matematika SMP Kabupaten Bandung Barat melalui STEAMVR Edukit

Nanang Priatna[1], Bambang Avip Priatna Martadiputra[1], Bill Chairy Rizki Bustaren[1]*, Alifia Salsabila[1], Aisyah Syaharani[1], Muhammad Prabu Adi Pratama[1]

[1]*Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia*
*Penulis Korespondensi: billchairyrizki@upi.edu

Abstrak

Pemanfaatan teknologi digital yang kontekstual dan berbasis proyek masih menjadi tantangan bagi guru matematika SMP. Kegiatan ini bertujuan memperkuat kapasitas guru Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika Kabupaten Bandung Barat dalam merancang dan menerapkan pembelajaran digital berbasis STEAM melalui STEAMVR Edukit. Program menggunakan pola *In-On-In Training Service*, yaitu In-1 berupa *workshop* pada 13 Juni 2026, tahap On berupa penerapan terdampingi oleh dua guru dengan 76 siswa kelas VII pada Juli–Agustus 2026, dan In-2 berupa refleksi dan evaluasi pada 31 Oktober 2026. Data dari 26 guru dikumpulkan melalui instrumen yang ditelaah ahli dan dianalisis secara deskriptif. Teknologi digital telah familier bagi guru, tetapi pemanfaatan untuk proyek/praktikum baru 23,1%, dengan hambatan utama keterbatasan waktu (69,2%) dan penentuan konteks proyek (65,4%). Seluruh peserta menyatakan setuju atau sangat setuju pada sepuluh indikator evaluasi (rerata 3,43 dari 4); kesiapan dan kesediaan menerapkan memperoleh rerata 3,35, dengan 65,4% peserta memilih setuju. Berdasarkan rubrik lima level dan triangulasi data, mitra menunjukkan indikasi pergeseran dari Level 2–3 menuju Level 4, yaitu kesiapan implementasi dengan pendampingan. Temuan ini merupakan indikator respons dan kesiapan, bukan bukti kausal peningkatan kompetensi.

Kata kunci: guru matematika; pembelajaran digital; STEAM; STEAMVR Edukit; *virtual reality*

Abstract

Contextual and project-based use of digital technology remains a challenge for junior secondary mathematics teachers. This programme aimed to strengthen the capacity of mathematics teachers in the West Bandung Regency subject-teacher association to design and implement STEAM-based digital learning through STEAMVR Edukit. It followed an In-On-In Training Service pattern: In-1 was a workshop on 13 June 2026, the On stage involved mentored implementation by two teachers with 76 Grade VII students in July–August 2026, and In-2 comprised reflection and evaluation on 31 October 2026. Data from 26 teachers were collected using an expert-reviewed instrument and analysed descriptively. Digital technology was familiar to the teachers, but only 23.1% used it for projects/practical work, mainly because of limited time (69.2%) and difficulty selecting project contexts (65.4%). All participants agreed or strongly agreed with the ten evaluation indicators (mean 3.43 out of 4); readiness and willingness to implement each scored 3.35, with 65.4% of participants choosing agree. Based on a five-level rubric and data triangulation, the partner showed an indication of moving from Levels 2–3 towards Level 4, namely implementation readiness with mentoring. These findings indicate responses and readiness rather than causal evidence of competence gains.

Keywords: digital learning; mathematics teachers; STEAM; STEAMVR Edukit; virtual reality

A. PENDAHULUAN

Transformasi digital menempatkan guru pada posisi strategis karena kualitas pemanfaatan teknologi di kelas tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat, tetapi juga oleh kemampuan guru memilih pengalaman belajar yang relevan dengan tujuan matematika. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 masih menunjukkan perlunya penguatan kemampuan siswa Indonesia dalam menggunakan matematika untuk memahami dan menyelesaikan persoalan kontekstual (OECD, 2023). Pada tingkat sekolah menengah pertama, pembelajaran matematika juga masih berhadapan dengan

persoalan pemahaman konsep, komunikasi, kreativitas, dan visualisasi matematis yang belum optimal (Mulyadi, 2024; Wahyuni et al., 2018). Karena itu, peningkatan kompetensi profesional guru perlu diarahkan bukan sekadar pada penguasaan aplikasi digital, melainkan pada kemampuan mengintegrasikan teknologi dengan desain pembelajaran yang bermakna.

Teknologi digital menawarkan peluang untuk memperluas representasi dan pengalaman belajar matematika. GeoGebra, multimedia interaktif, *learning management system*, dan lingkungan virtual telah digunakan untuk membantu visualisasi, pemodelan, interaksi, serta pemecahan masalah matematika (Priatna, 2017; Priatna et al., 2022). Pada saat yang sama, pendekatan STEM/STEAM mendorong pembelajaran yang mengaitkan konsep matematika dengan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan proses desain sehingga siswa berhadapan dengan masalah yang lebih autentik. Penelitian pada pembelajaran matematika menunjukkan bahwa integrasi STEM dan *project-based learning* dapat mendukung keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan abad ke-21 (Priatna et al., 2019, 2022; Sari & Priatna, 2020).

Virtual reality (VR) memperkuat peluang tersebut karena mampu menyajikan lingkungan belajar yang imersif dan memungkinkan siswa mengamati situasi atau objek yang sulit dihadirkan secara langsung di kelas. Sejumlah penelitian melaporkan potensi VR dan *augmented reality* (AR) untuk meningkatkan keterlibatan, pemahaman konsep, literasi STEM, dan pengalaman belajar eksperiensial (Alvendri et al., 2024; Atmojo et al., 2021; Raharjo et al., 2023; Widiyatmoko et al., 2023). Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi imersif masih berhadapan dengan keterbatasan infrastruktur, kesiapan guru, pemilihan konten, dan strategi implementasi yang sesuai dengan waktu pembelajaran (Kinanti, 2024). Dengan demikian, inovasi teknologi perlu disertai pelatihan yang memberi kesempatan kepada guru untuk mencoba, merancang, menerapkan, dan merefleksikan penggunaannya.

Kebutuhan tersebut relevan dengan kondisi guru matematika SMP di Kabupaten Bandung Barat. Pemetaan terhadap 26 guru yang mengisi kuesioner menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah menggunakan media digital, terutama Quizizz (88,5%) dan Google Classroom (80,8%). Akan tetapi, pemanfaatannya lebih banyak untuk pemberian tugas (84,6%), penyampaian materi (69,2%), dan evaluasi pembelajaran (57,7%), sedangkan penggunaan untuk proyek atau praktikum relatif rendah (23,1%). Dalam pembelajaran proyek/STEAM, hambatan yang paling sering disebut adalah keterbatasan waktu (69,2%), kesulitan menentukan konteks proyek (65,4%), dan belum memiliki contoh yang sesuai (42,3%). Data ini menunjukkan adanya kesenjangan antara familiaritas teknologi dan kemampuan mengintegrasikannya ke dalam pengalaman belajar matematika yang kontekstual.

Program pengembangan profesional guru matematika di Kabupaten Bandung Barat sebelumnya juga menunjukkan kebutuhan terhadap perangkat pembelajaran yang kontekstual dan dapat diadaptasi guru, antara lain melalui pengembangan bahan ajar berbasis literasi numerasi (Dahlan et al., 2023). Temuan tersebut menunjukkan bahwa penguatan kapasitas guru di wilayah ini telah diarahkan pada penyediaan perangkat pembelajaran yang relevan. Program pengabdian ini memperluas arah tersebut melalui integrasi teknologi imersif, pendekatan STEAM, dan pola pendampingan *In-On-In* yang menghubungkan penguatan konsep, praktik teknologi, penerapan, dan refleksi.

Sebagai respons, program pengabdian mengadaptasi model *In-On-In Training Service*. Pola ini memberi ruang bagi penguatan konseptual dan praktik pada tahap *In*, penerapan atau pendalaman dalam konteks kerja pada tahap *On*, serta refleksi dan perbaikan pada tahap *In* berikutnya. Media utama yang digunakan adalah STEAMVR Edukit, yaitu media pembelajaran matematika berbasis VR yang mengintegrasikan pendekatan STEAM dan dikembangkan menggunakan *Unity* 3D untuk perangkat Android dengan dukungan *low-cost VR headset*. Sejumlah pengabdian sebelumnya telah melatih guru memanfaatkan *augmented reality* atau *virtual reality*, misalnya pelatihan AR/VR bagi guru SMP (Rafrin et al., 2025) dan pelatihan AR berbasis Assemblr EDU bagi guru matematika (Novitasari et al., 2026). Kegiatan tersebut umumnya berfokus pada pelatihan dan pengembangan media oleh guru dengan evaluasi berupa respons atau kepuasan peserta setelah kegiatan. Kebaruan program ini terletak pada penggabungan tiga unsur dalam satu rangkaian pemberdayaan guru, yaitu pola pendampingan *In-On-In* yang memuat tahap penerapan di sekolah, teknologi VR berbiaya relatif rendah berbasis telepon pintar Android, dan konteks pembelajaran matematika berbasis STEAM, serta pada pemetaan keberdayaan mitra menggunakan rubrik operasional. Perbandingan dengan kegiatan terdahulu dirinci pada bagian pembahasan (Tabel 7).

Kegiatan pengabdian ini bertujuan (1) mendeskripsikan pelaksanaan pelatihan pembelajaran matematika digital melalui STEAMVR Edukit; (2) memetakan kebutuhan dan kendala guru dalam

menerapkan pembelajaran proyek/STEAM; (3) menganalisis respons guru terhadap relevansi, kualitas pelaksanaan, kesiapan, dan kesediaan menerapkan hasil program; serta (4) memetakan indikasi perubahan level keberdayaan mitra secara operasional berdasarkan triangulasi data kondisi awal, dokumentasi proses, dan evaluasi pascapelatihan.

B. METODE

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui pendekatan pelatihan dan pendampingan partisipatif dengan pola *In-On-In Training Service*. Pendekatan ini dirancang agar kegiatan tidak berhenti pada penyampaian materi, tetapi menghubungkan penguatan konsep, praktik penggunaan teknologi, implementasi dalam situasi pembelajaran, serta refleksi dan tindak lanjut pada tahap In-2. Materi utama kegiatan mencakup pembelajaran matematika digital, integrasi STEAM, penggunaan STEAMVR Edukit, penyusunan perangkat pembelajaran, simulasi, dan praktik implementasi.

Subjek dan Lokasi

Mitra kegiatan adalah guru-guru Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika SMP Kabupaten Bandung Barat. *Workshop* utama dilaksanakan pada 13 Juni 2026 di SMP Negeri 2 Padalarang, Kabupaten Bandung Barat. Data evaluasi lengkap diperoleh dari 26 guru matematika SMP yang mewakili 25 sekolah, dengan pengalaman mengajar yang beragam, yaitu 9 guru (34,6%) kurang dari 5 tahun, 11 guru (42,3%) selama 5–10 tahun, 5 guru (19,2%) selama 11–20 tahun, dan 1 guru (3,8%) lebih dari 20 tahun.

Tahapan Pelaksanaan

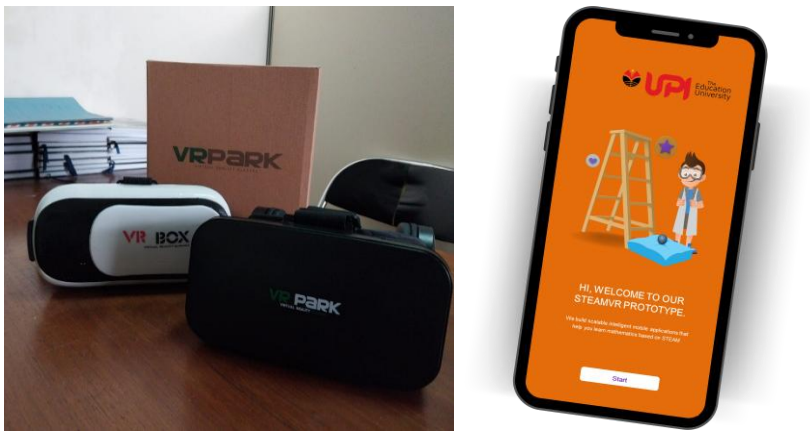
Program dirancang selama 60 jam pelajaran (JP) yang dibagi ke dalam tiga tahap utama, yaitu 20 JP *In-Service Training* 1 (In-1), 20 JP *On-the-Job Learning* (On), dan 20 JP *In-Service Training* 2 (In-2). Setiap tahap In terdiri atas sekitar 5 JP pertemuan tatap muka dan 15 JP tugas mandiri terstruktur, sedangkan tahap On mencakup persiapan dan penerapan pembelajaran di sekolah. In-1 berfokus pada penguatan konsep dan praktik awal, tahap On pada penerapan atau pendalaman penggunaan STEAMVR Edukit dalam situasi pembelajaran, sedangkan In-2 diarahkan pada refleksi, penyempurnaan, dan tindak lanjut. Rincian rencana dan realisasi setiap tahap disajikan pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa ketiga tahap memiliki fokus yang berbeda tetapi saling bersambung: rancangan pembelajaran yang disusun pada In-1 menjadi bahan penerapan pada tahap On, sedangkan pengalaman penerapan tersebut menjadi bahan refleksi dan penyempurnaan pada In-2. Secara kronologis, In-1 dilaksanakan pada 13 Juni 2026, tahap On pada Juli–Agustus 2026 di dua sekolah mitra dengan pendampingan tim pengabdian, dan In-2 pada 31 Oktober 2026. Realisasi tahap On mencapai 10 JP, lebih rendah daripada rencana 20 JP, sehingga total realisasi program adalah 50 JP; rincian pelaksanaan tahap On disajikan pada bagian hasil (Tabel 4).

Tabel 1. Rencana dan realisasi tahapan *In-On-In*

Tahap	Rencana	Realisasi	Kegiatan Utama
In-1	20 JP	20 JP: 5 JP *workshop* tatap muka (13 Juni 2026) dan 15 JP tugas mandiri terstruktur	Pembelajaran matematika digital, integrasi STEAM, pengenalan STEAMVR Edukit, penyusunan perangkat, simulasi dan praktik awal
On	20 JP	10 JP: 8 JP persiapan dan 2 JP (90 menit) penerapan di kelas pada setiap sekolah (Juli–Agustus 2026)	Penerapan STEAMVR Edukit dalam situasi pembelajaran, pendalaman penggunaan perangkat, dan identifikasi kendala implementasi
In-2	20 JP	20 JP: 5 JP pertemuan tatap muka (31 Oktober 2026) dan 15 JP tugas mandiri terstruktur	Refleksi implementasi, evaluasi diri dan evaluasi program, penyempurnaan perangkat, dan penyusunan rencana tindak lanjut
Total	**60 JP**	**50 JP**	

Spesifikasi Perangkat dan Teknologi

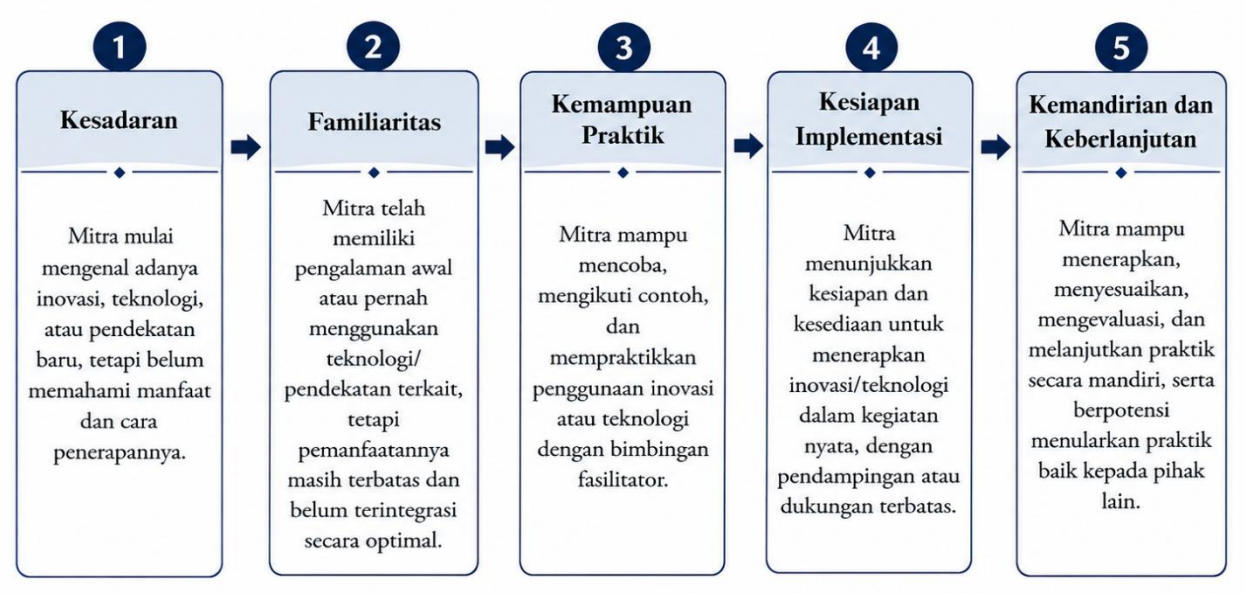
Teknologi utama yang digunakan adalah STEAMVR Edukit, yaitu media pembelajaran matematika berbasis *virtual reality* yang mengintegrasikan pendekatan STEAM. Aplikasi dijalankan pada telepon pintar Android dan digunakan bersama *low-cost VR headset*, sehingga memungkinkan implementasi dengan biaya relatif terjangkau. Penggunaan perangkat dilakukan secara bergiliran atau berkelompok dan diintegrasikan dengan aktivitas matematika berupa pengamatan konteks, diskusi, pemodelan, penyelesaian masalah, dan refleksi. Perangkat yang digunakan disajikan pada Gambar 1, yaitu *low-cost* VR *headset* yang dipasangkan dengan telepon pintar Android (Gambar 1a) serta tampilan awal aplikasi STEAMVR Edukit pada telepon pintar Android (Gambar 1b). Kombinasi perangkat ini dipilih karena tidak memerlukan laboratorium VR khusus sehingga relatif mudah diadaptasi oleh sekolah mitra.



(a) (b)

Gambar 1. Perangkat STEAMVR Edukit: (a) *low-cost* VR *headset*; (b) tampilan awal aplikasi STEAMVR Edukit pada telepon pintar Android (sumber: dokumentasi tim pengabdian)

Evaluasi, Pengumpulan, dan Analisis Data



Gambar 2. Kerangka operasional pemetaan keberdayaan dalam program *In-On-In*

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui kuesioner daring dan dokumentasi kegiatan. Kuesioner dikembangkan oleh tim pengabdian berdasarkan tujuan program dan terdiri atas tiga bagian, yaitu (1) profil peserta; (2) kebutuhan dan kondisi awal, berupa butir pilihan majemuk tentang media digital yang digunakan, fungsi pemanfaatan teknologi, kesulitan pembelajaran, hambatan pembelajaran proyek/STEAM, dan dukungan yang dibutuhkan, serta pertanyaan terbuka tentang pengalaman

menerapkan proyek; dan (3) sepuluh pernyataan evaluasi program. Kesepuluh pernyataan evaluasi mencakup tiga aspek, yaitu relevansi dan kualitas materi (kesesuaian materi, kejelasan tujuan, penguasaan narasumber, dan kemudahan materi), kualitas pelaksanaan (manfaat sesi praktik, pemanfaatan waktu, dan dukungan media/fasilitas), serta dampak dan niat penerapan (munculnya ide baru, kesiapan menerapkan pembelajaran digital, dan kesediaan menerapkan hasil program). Dalam kerangka evaluasi pelatihan Kirkpatrick, butir-butir tersebut terutama berada pada level reaksi dengan tambahan indikator niat penerapan, sehingga belum mengukur perubahan perilaku mengajar secara langsung (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006). Sebelum digunakan, instrumen ditelaah oleh tiga ahli pendidikan matematika melalui *expert judgment* untuk menilai kesesuaian butir dengan aspek yang diukur, kejelasan bahasa, dan keterbacaan, kemudian butir diperbaiki berdasarkan masukan tersebut. Bagian profil serta bagian kebutuhan dan kondisi awal diisi pada pertemuan In-1, sementara bagian evaluasi diisi oleh peserta pada pertemuan In-2, setelah seluruh rangkaian In-1 dan tahap On, bersamaan dengan kegiatan evaluasi diri. Respons evaluasi menggunakan skala empat tingkat, yaitu sangat tidak setuju (1), tidak setuju (2), setuju (3), dan sangat setuju (4).

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan frekuensi, persentase, dan rerata skor. Pada pertanyaan pilihan ganda majemuk, peserta dapat memilih lebih dari satu jawaban sehingga total persentase tidak harus berjumlah 100%. Untuk butir evaluasi, selain rerata, disajikan pula sebaran jawaban pada setiap kategori respons. Rerata skor diinterpretasikan menggunakan interval 1,00–1,75 (sangat negatif), 1,76–2,50 (negatif), 2,51–3,25 (positif), dan 3,26–4,00 (sangat positif). Kategori interpretasi rerata ini dibedakan dari pilihan respons individual, sehingga pembahasan juga memperhatikan sebaran jawaban pada setiap kategori respons. Karena kegiatan tidak menggunakan desain *pretest–posttest* atau kelompok pembanding, hasil evaluasi diinterpretasikan sebagai indikator respons dan kesiapan implementasi, bukan sebagai bukti kausal peningkatan kompetensi.

Tabel 2. Rubrik operasional level keberdayaan mitra

Level	Deskripsi	Indikator operasional	Sumber data
1 – Kesadaran	Mengenal konsep/teknologi, tetapi belum memahami fungsi dan cara penggunaannya dalam pembelajaran.	Mampu menyebut teknologi/STEAM, tetapi belum dapat menghubungkannya dengan aktivitas matematika.	Kuesioner kebutuhan
2 – Familiaritas	Menggunakan teknologi digital untuk fungsi dasar, seperti penyampaian materi, tugas, atau evaluasi.	Sebagian besar guru menggunakan media digital, tetapi pemanfaatan untuk proyek/praktikum masih rendah.	Kuesioner kebutuhan
3 – Kemampuan praktik	Mampu mencoba perangkat, menelaah konteks, dan menyusun skenario awal dengan dukungan fasilitator.	Aktif pada sesi praktik; mampu mengidentifikasi materi, konteks, kendala, dan strategi penggunaan perangkat.	Dokumentasi In-1; catatan diskusi
4 – Kesiapan implementasi	Siap dan bersedia menerapkan pembelajaran digital/STEAM di sekolah dengan pendampingan terbatas.	Penerapan di kelas dengan pendampingan; rerata kesiapan dan kesediaan menerapkan pada kategori sangat positif; tersedia pengakuan pemanfaatan oleh mitra.	Dokumentasi tahap On; evaluasi pascakegiatan; surat pemanfaatan produk
5 – Kemandirian dan keberlanjutan	Mampu menerapkan secara mandiri, mengevaluasi, memperbaiki, dan membagikan praktik baik.	Penggunaan berulang tanpa pendampingan intensif; perangkat ajar hasil modifikasi guru; refleksi implementasi; diseminasi melalui MGMP.	Perangkat ajar guru; catatan refleksi; dokumen kegiatan MGMP

Level keberdayaan mitra dipetakan menggunakan rubrik operasional lima level yang disusun tim berdasarkan kerangka pada Gambar 2. Indikator operasional dan sumber data untuk setiap level disajikan pada Tabel 2. Penetapan level dilakukan pada tingkat kelompok mitra, bukan pada tingkat individu guru, melalui triangulasi tiga sumber data, yaitu (a) data kondisi awal dari kuesioner kebutuhan; (b) dokumentasi proses selama In-1 dan tahap On, berupa catatan diskusi, jenis pertanyaan peserta, serta foto dan video kegiatan; dan (c) data pascakegiatan, berupa evaluasi program dan dokumen kelembagaan mitra. Suatu level dinyatakan tercapai apabila indikatornya didukung oleh sekurang-kurangnya dua sumber data yang saling konsisten, sedangkan level yang terutama didukung oleh persepsi peserta pada evaluasi pascakegiatan dinyatakan sebagai indikasi ("menuju"). Penetapan dilakukan oleh tim pengabdian melalui diskusi hingga diperoleh kesepakatan, sehingga klaim level tidak semata-mata bertumpu pada persepsi peserta.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Kebutuhan dan Kondisi Awal Mitra

Pemetaan kondisi awal memperlihatkan adanya jarak antara keterbiasaan menggunakan teknologi dan pemanfaatannya untuk pembelajaran proyek. Quizizz digunakan oleh 23 dari 26 guru (88,5%), Google Classroom oleh 21 guru (80,8%), Kahoot oleh 14 guru (53,8%), dan GeoGebra oleh 10 guru (38,5%). Aktivitas digital yang paling sering dilakukan adalah pemberian tugas (84,6%), penyampaian materi (69,2%), dan evaluasi pembelajaran (57,7%), sedangkan proyek/praktikum hanya disebut oleh 23,1% peserta. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi sudah hadir dalam praktik guru, tetapi fungsi dominannya masih berkaitan dengan distribusi materi, tugas, dan asesmen.

Kebutuhan peserta juga konsisten dengan persoalan tersebut. Sebanyak 22 guru (84,6%) menyebut rendahnya pemahaman konsep siswa sebagai kesulitan utama dan 18 guru (69,2%) menyebut rendahnya motivasi. Dalam pembelajaran proyek/STEAM, 18 guru (69,2%) menyebut keterbatasan waktu, 17 guru (65,4%) kesulitan menentukan konteks proyek, dan 11 guru (42,3%) belum memiliki contoh yang sesuai. Ketika ditanya dukungan platform digital yang paling dibutuhkan, pilihan terbanyak adalah lembar kerja peserta didik (LKPD) digital (88,5%), video pembelajaran (84,6%), dan modul ajar (80,8%). Sebanyak 96,2% responden juga menempatkan geometri sebagai materi yang sangat membutuhkan dukungan teknologi atau proyek kontekstual. Ringkasan kondisi awal tersebut beserta implikasinya terhadap desain program disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 memperlihatkan bahwa persoalan utama mitra bukan akses terhadap aplikasi digital, melainkan pemanfaatannya untuk pengalaman belajar yang kontekstual; karena itu, program diarahkan pada integrasi pedagogis, penyediaan contoh aktivitas yang siap dimodifikasi, dan pendampingan implementasi.

Tabel 3. Ringkasan kondisi awal dan implikasi program

Aspek	Temuan utama	Implikasi
Familiaritas teknologi	Quizizz 88,5%; Google Classroom 80,8%; Kahoot 53,8%; GeoGebra 38,5%	Fokus pada integrasi pedagogis, bukan literasi aplikasi dasar.
Fungsi pemanfaatan	Tugas 84,6%; materi 69,2%; evaluasi 57,7%; proyek/praktikum 23,1%	Perlu pergeseran menuju pengalaman belajar kontekstual dan berbasis proyek.
Hambatan STEAM	Waktu 69,2%; konteks proyek 65,4%; belum ada contoh 42,3%	Guru memerlukan contoh siap modifikasi dan pendampingan implementasi.
Kebutuhan dukungan	LKPD 88,5%; video 84,6%; modul 80,8%; geometri 96,2%	STEAMVR Edukit dipadukan dengan LKPD/modul dan skenario matematika.

Kesenjangan antara tingginya familiaritas teknologi dan rendahnya pemanfaatan untuk proyek dapat dijelaskan dari tiga sisi. Pertama, aplikasi yang paling banyak digunakan, seperti Quizizz dan Google Classroom, memang dirancang untuk distribusi materi, pengumpulan tugas, dan asesmen, sehingga penggunaannya cenderung memperkuat pola pembelajaran yang sudah ada alih-alih mengubah desain aktivitas belajar. Kedua, pembelajaran proyek menuntut pengetahuan yang berbeda dari keterampilan mengoperasikan aplikasi, yaitu kemampuan memadukan teknologi, pedagogi, dan konten matematika atau *technological pedagogical content knowledge* (Mishra & Koehler, 2006); kebutuhan ini tercermin dari

hambatan menentukan konteks proyek (65,4%) dan belum tersedianya contoh yang sesuai (42,3%). Ketiga, keterbatasan waktu (69,2%) membuat guru cenderung memilih teknologi yang menghemat waktu administrasi daripada teknologi yang menuntut perancangan ulang pembelajaran. Pola *In-On-In* dirancang untuk merespons ketiga sisi tersebut: In-1 menyediakan contoh konteks dan skenario aktivitas yang siap dimodifikasi, tahap On memberi kesempatan mencoba skenario tersebut dalam alokasi waktu pembelajaran yang nyata, dan In-2 menjadi ruang refleksi untuk menyesuaikan skenario dengan kondisi sekolah. Pentingnya praktik pengembangan media dan pendampingan, bukan sekadar pengenalan aplikasi, juga ditekankan pada pelatihan AR bagi guru matematika (Novitasari et al., 2026).

Pelaksanaan *Workshop* dan Praktik

Workshop dilaksanakan dengan mengombinasikan paparan singkat, demonstrasi, praktik, dan diskusi. Materi awal menekankan pergeseran dari penggunaan teknologi sebagai alat presentasi atau evaluasi menuju teknologi sebagai bagian dari pengalaman belajar. Guru dikenalkan pada struktur STEAMVR Edukit, cara memasang telepon pintar pada *headset*, navigasi konten, serta hubungan antara konteks virtual dan aktivitas matematika. Pada sesi praktik, peserta mengamati tampilan aplikasi, mendiskusikan kemungkinan materi yang dapat diintegrasikan, dan mengidentifikasi kendala implementasi di sekolah masing-masing.



Gambar 3. Penyampaian materi dan pengenalan STEAMVR Edukit pada *workshop* MGMP Matematika Kabupaten Bandung Barat (sumber: dokumentasi tim pengabdian)

Interaksi peserta selama sesi menunjukkan bahwa pertanyaan yang muncul tidak hanya bersifat teknis. Selain cara mengoperasikan perangkat, guru menanyakan pengaturan waktu, jumlah dan pembagian penggunaan *headset*, aktivitas bagi siswa yang menunggu giliran, kemampuan dasar siswa, serta pemilihan konteks matematika yang sesuai. Jenis pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa perhatian peserta mulai bergeser dari aspek teknis perangkat ke perancangan pembelajaran, yang dalam rubrik pada Tabel 2 merupakan indikator Level 3. Dokumentasi kegiatan juga memperlihatkan keterlibatan peserta dalam diskusi kelompok dan praktik. Gambar 3 memperlihatkan sesi penyampaian materi dan pengenalan STEAMVR Edukit oleh narasumber serta kebersamaan tim pengabdian dengan guru peserta MGMP, yang menunjukkan keterlibatan mitra dalam rangkaian *workshop*.

Pelaksanaan Tahap On: Penerapan STEAMVR Edukit dalam Situasi Kelas

Tahap On dilaksanakan pada Juli–Agustus 2026 oleh dua guru peserta di dua sekolah, yaitu SMP Negeri 2 Padalarang (Juli 2026) dan SMP Negeri 3 Padalarang (Agustus 2026), dengan melibatkan 76 siswa kelas VII (masing-masing 37 dan 39 siswa). Kedua guru menerapkan skenario pembelajaran yang disusun pada In-1 untuk materi rasio dalam satu pertemuan berdurasi 90 menit (2 JP) setelah persiapan sekitar 8 JP, sehingga realisasi tahap On mencapai 10 JP dari rencana 20 JP. Siswa mengamati video 360° tentang banjir melalui STEAMVR Edukit, mengerjakan lembar kerja, lalu membuat prototipe bendungan sederhana sebagai produk pembelajaran. Rangkaian ini menghubungkan pengalaman virtual dengan aktivitas matematika (rasio) dan rekayasa (prototipe bendungan) sesuai alur STEAM. Tim pengabdian mendampingi dari sisi teknis dan dokumentasi. Rincian pelaksanaan disajikan pada Tabel 4. Pengalaman penerapan tersebut selanjutnya direfleksikan pada tahap In-2, yang dilaksanakan secara luring pada 31 Oktober 2026 (sekitar 5 JP tatap muka) dan dilengkapi 15 JP tugas mandiri terstruktur. Pada tahap ini, peserta merefleksikan pengalaman penerapan, membahas kendala dan penyempurnaan perangkat, menyusun

rencana tindak lanjut, serta melakukan evaluasi diri dan evaluasi program. Karena penerapan baru dilakukan oleh 2 dari 26 guru peserta dan masih dengan pendampingan, data tahap On diperlakukan sebagai bukti implementasi terdampingi pada skala terbatas, bukan sebagai bukti implementasi mandiri seluruh peserta.

Tabel 4. Pelaksanaan tahap *On-the-Job-Learning*

Aspek	Sekolah 1	Sekolah 2
Nama sekolah	SMP Negeri 2 Padalarang	SMP Negeri 3 Padalarang
Waktu pelaksanaan	Juli 2026	Agustus 2026
Jumlah guru pelaksana	1	1
Kelas dan jumlah siswa	Kelas VII (37 siswa)	Kelas VII (39 siswa)
Materi matematika	Rasio	Rasio
Durasi	90 menit (2 JP) dan persiapan 8 JP	90 menit (2 JP) dan persiapan 8 JP
Aktivitas dengan STEAMVR Edukit	Melihat video 360° mengenai banjir dan mengisi lembar kerja	Melihat video 360° mengenai banjir dan mengisi lembar kerja
Produk pembelajaran yang dihasilkan	Prototipe bendungan sederhana	Prototipe bendungan sederhana
Bentuk pendampingan tim	Dokumentasi dan teknis	Dokumentasi dan teknis

Penerapan STEAMVR Edukit di kedua sekolah menunjukkan bahwa penggunaan perangkat secara bergiliran merupakan skema yang lebih realistis ketika jumlah *headset* terbatas. Beberapa siswa menggunakan *headset* sementara siswa lain mengamati, mencatat informasi, atau mengikuti aktivitas lanjutan. Pola tersebut memungkinkan guru menjadikan pengalaman virtual sebagai pemantik diskusi dan pemodelan matematika, bukan sebagai satu-satunya aktivitas selama pembelajaran. Situasi tersebut terlihat pada Gambar 4, ketika beberapa siswa menggunakan *headset* di depan kelas, sementara siswa lainnya tetap berada di meja masing-masing untuk mengamati dan mencatat.



Gambar 4. Implementasi STEAMVR Edukit dalam pembelajaran matematika di kelas (sumber: dokumentasi tim pengabdian)

Praktik kelas memperlihatkan dua kebutuhan penting. Pertama, perangkat perlu dipersiapkan sebelum pembelajaran untuk mengurangi waktu pemasangan dan pergantian pengguna. Kedua, guru memerlukan skenario aktivitas yang jelas bagi siswa yang sedang menunggu giliran. Karena itu, penggunaan VR yang realistis bukan berarti seluruh sesi berlangsung di lingkungan virtual, melainkan menjadikan VR sebagai salah satu tahap dalam rangkaian pembelajaran yang mencakup pengamatan, pencatatan informasi, pemodelan, diskusi konsep, dan penyelesaian tugas.

Temuan tersebut konsisten dengan kajian pembelajaran imersif yang menekankan bahwa dampak pedagogis VR bergantung pada keterhubungan teknologi dengan tujuan belajar dan kualitas fasilitasi guru (Raharjo et al., 2023; Widiyatmoko et al., 2023). Dengan kata lain, nilai STEAMVR Edukit terletak pada kemampuannya menghadirkan konteks yang sulit divisualisasikan secara konvensional, tetapi keberhasilan tetap ditentukan oleh bagaimana konteks tersebut diolah menjadi aktivitas matematika.

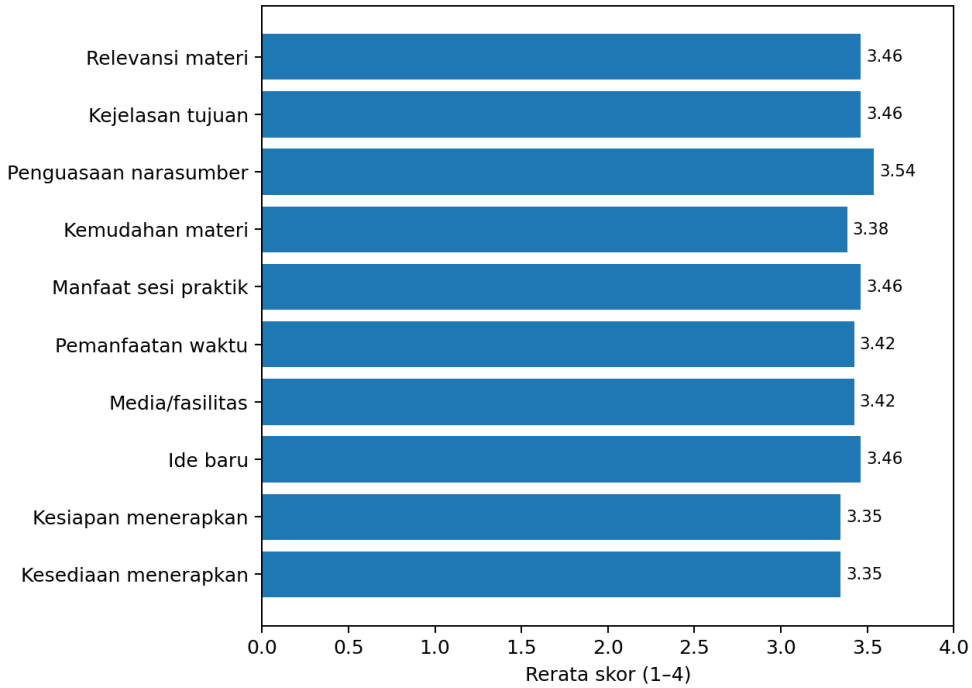
Respons Guru terhadap Program

Tabel 5. Sebaran respon guru pada indikator evaluasi program (N=26)

Indikator	STS n (%)	TS n (%)	S n (%)	SS n (%)	Rerata
Materi sesuai kebutuhan	0 (0,0)	0 (0,0)	14 (53,8)	12 (46,2)	3,46
Tujuan kegiatan jelas	0 (0,0)	0 (0,0)	14 (53,8)	12 (46,2)	3,46
Narasumber menguasai materi	0 (0,0)	0 (0,0)	12 (46,2)	14 (53,8)	3,54
Materi mudah dipahami	0 (0,0)	0 (0,0)	16 (61,5)	10 (38,5)	3,38
Sesi praktik membantu memahami teknologi	0 (0,0)	0 (0,0)	14 (53,8)	12 (46,2)	3,46
Waktu dimanfaatkan dengan baik	0 (0,0)	0 (0,0)	15 (57,7)	11 (42,3)	3,42
Media/fasilitas mendukung	0 (0,0)	0 (0,0)	15 (57,7)	11 (42,3)	3,42
Program memberi ide baru	0 (0,0)	0 (0,0)	14 (53,8)	12 (46,2)	3,46
Lebih siap menerapkan pembelajaran digital	0 (0,0)	0 (0,0)	17 (65,4)	9 (34,6)	3,35
Bersedia menerapkan hasil program	0 (0,0)	0 (0,0)	17 (65,4)	9 (34,6)	3,35
Keseluruhan (260 respons)	0 (0,0)	0 (0,0)	148 (56,9)	112 (43,1)	3,43

Keterangan: STS = sangat tidak setuju; TS = tidak setuju; S = setuju; SS = sangat setuju.

Evaluasi terhadap sepuluh indikator, yang diisi pada pertemuan In-2, menunjukkan pola yang sangat positif. Seluruh peserta memilih setuju atau sangat setuju pada setiap indikator, dengan rerata keseluruhan 3,43 dari skor maksimum 4. Indikator tertinggi adalah penguasaan materi narasumber (3,54), diikuti kesesuaian materi, kejelasan tujuan, manfaat sesi praktik, dan munculnya ide baru yang masing-masing sekitar 3,46. Hasil ini menunjukkan bahwa materi dan proses fasilitasi dinilai relevan dengan kebutuhan guru. Sebaran rerata kesepuluh indikator disajikan pada Gambar 5, yang memperlihatkan bahwa seluruh indikator berada pada rentang 3,35–3,54 dengan selisih antarindikator yang relatif kecil. Sebaran jawaban pada setiap kategori respons disajikan pada Tabel 5.

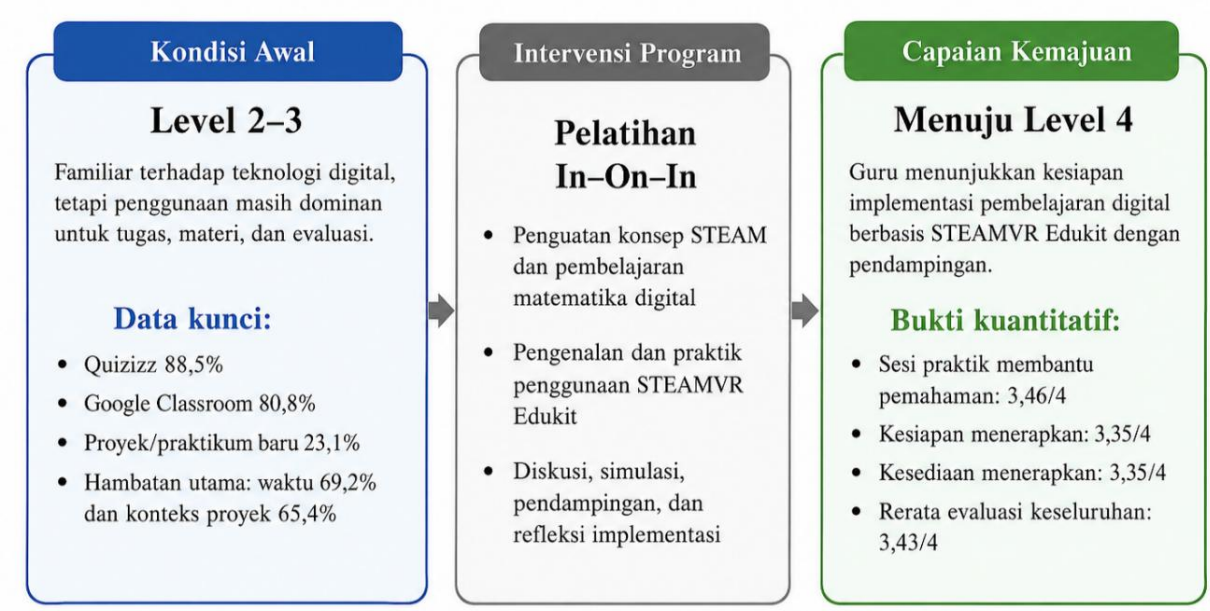


Gambar 5. Rerata evaluasi program STEAMVR Edukit

Tabel 5 memperlihatkan bahwa tidak ada peserta yang memilih tidak setuju atau sangat tidak setuju pada indikator mana pun, sehingga perbedaan antarindikator terletak pada proporsi jawaban sangat setuju. Proporsi tersebut tertinggi pada penguasaan materi narasumber (53,8%) dan terendah pada kesiapan menerapkan pembelajaran matematika digital serta kesediaan menerapkan hasil program (masing-masing 34,6%). Kesiapan dan kesediaan menerapkan hasil program memperoleh rerata 3,35 dari skala empat, yang tergolong sangat positif berdasarkan kategori interpretasi rerata. Meskipun demikian, mayoritas peserta (65,4%) masih memilih kategori setuju, sedangkan 34,6% memilih sangat setuju. Temuan ini menunjukkan respons positif yang tetap memerlukan dukungan dalam implementasi pembelajaran. Pola ini menunjukkan bahwa penilaian positif terhadap pelatihan tidak otomatis diikuti keyakinan kuat untuk menerapkan; keterbatasan waktu, ketersediaan contoh, jumlah perangkat, dan kesiapan siswa tetap menjadi faktor yang harus dikelola. Pelatihan AR/VR bagi guru di tempat lain juga memperoleh respons pascakegiatan yang tinggi (Novitasari et al., 2026; Rafrin et al., 2025), tetapi respons semacam itu baru mencerminkan level reaksi dalam evaluasi pelatihan (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006). Dengan demikian, respons positif sebaiknya dibaca sebagai modal awal bagi implementasi, bukan sebagai bukti bahwa adopsi telah berlangsung.

Indikasi Perubahan Level Keberdayaan Mitra

Berdasarkan rubrik pada Tabel 2, kondisi awal mitra dipetakan pada rentang Level 2–3. Penetapan ini didukung oleh data kuesioner kebutuhan: sebagian besar guru telah menggunakan media digital (Quizizz 88,5%; Google Classroom 80,8%), tetapi pemanfaatan untuk proyek/praktikum baru 23,1% dan hambatan menentukan konteks proyek masih tinggi (65,4%). Kondisi tersebut lebih tepat dibaca sebagai familiaritas dan kemampuan praktik yang masih memerlukan bantuan, belum sebagai kesiapan implementasi. Gambar 6 merangkum alur perubahan tersebut, mulai dari kondisi awal pada Level 2–3, intervensi program melalui pelatihan *In-On-In*, hingga indikasi pergeseran menuju Level 4 beserta data yang mendukungnya.



Gambar 6. Indikasi perubahan level keberdayaan mitra

Setelah penguatan konsep, praktik penggunaan STEAMVR Edukit pada In-1, penerapan terdampingi pada tahap On, dan refleksi pada In-2, data yang tersedia menunjukkan indikasi pergeseran menuju Level 4. Indikasi ini didukung oleh tiga sumber yang berbeda, yaitu (a) dokumentasi proses yang memperlihatkan pergeseran jenis pertanyaan peserta ke arah perancangan pembelajaran; (b) penerapan STEAMVR Edukit oleh dua guru di dua sekolah dengan 76 siswa, disertai pendampingan tim (Tabel 4); dan (c) evaluasi pascakegiatan, yaitu kesiapan dan kesediaan menerapkan dengan rerata 3,35 (kategori sangat positif, meskipun 65,4% peserta memilih setuju), serta surat pernyataan pemanfaatan produk oleh MGMP. Meskipun demikian, sumber (c) sebagian besar bersifat persepsi, dan penerapan pada tahap On baru dilakukan oleh dua guru dengan pendampingan tim. Karena itu, posisi mitra dinyatakan sebagai menuju

Level 4, bukan telah mencapai Level 4 secara penuh, dan tidak diinterpretasikan sebagai bukti kausal peningkatan kompetensi. Rincian bukti untuk setiap dimensi disajikan pada Tabel 6.

Level 5 belum diklaim karena memerlukan bukti implementasi mandiri dan berulang, modifikasi perangkat ajar oleh guru, evaluasi serta refleksi terhadap pelaksanaan, dan diseminasi praktik kepada guru lain. Capaian pada level ini juga menuntut adanya keberlanjutan penggunaan STEAMVR Edukit tanpa ketergantungan yang tinggi terhadap fasilitator, sehingga guru tidak hanya mampu menerapkan, tetapi juga menyesuaikan dan mengembangkan praktik pembelajaran sesuai kebutuhan sekolah.

Tabel 6. Analisis indikasi perubahan level keberdayaan mitra selama pelaksanaan program

Dimensi Keberdayaan	Bukti Perubahan Selama Program	Interpretasi Level
Pemanfaatan teknologi	**Awal:** penggunaan teknologi dominan untuk tugas (84,6%), materi (69,2%), dan evaluasi (57,7%); proyek/praktikum baru 23,1%. **Penerapan:** guru mengikuti demonstrasi dan praktik STEAMVR Edukit dalam skenario pembelajaran matematika. **Pascakegiatan:** manfaat sesi praktik memperoleh rerata **3,46/4**.	**Level 2 → Level 3**: dari familiaritas teknologi menuju kemampuan praktik dengan dukungan.
Integrasi STEAM dan konteks	**Awal:** 65,4% guru mengalami kesulitan menentukan konteks proyek dan 42,3% belum memiliki contoh yang sesuai. **Penerapan:** peserta membahas konteks matematika, alur STEAM, pengelolaan kelompok, dan strategi penggunaan perangkat. **Pascakegiatan:** peserta mampu mengidentifikasi peluang materi, konteks, dan kendala implementasi.	**Level 3**: kemampuan praktik dan perancangan awal dengan pendampingan.
Implementasi dalam pembelajaran	**Awal:** pemanfaatan teknologi untuk proyek/praktikum masih terbatas. **Penerapan:** STEAMVR Edukit digunakan dalam situasi pembelajaran oleh dua guru di dua sekolah (Tabel 4) melalui penggunaan *headset* secara bergiliran yang diikuti pengamatan, diskusi, pemodelan, dan penyelesaian masalah. **Pascakegiatan:** diperoleh pengalaman implementasi teknologi sebagai bagian dari alur pembelajaran matematika.	**Indikasi menuju Level 4: penerapan masih dengan pendampingan.**
Kesiapan implementasi	**Awal:** kendala utama berupa waktu (69,2%), konteks proyek (65,4%), dan keterbatasan contoh (42,3%). **Penerapan:** pendampingan membahas pengelolaan perangkat, waktu, aktivitas siswa, dan keterhubungan VR dengan tujuan matematika. **Pascakegiatan:** rerata kesiapan menerapkan mencapai **3,35/4**.	**Indikasi menuju Level 4: kesiapan masih berbasis persepsi.**
Kesediaan dan keberlanjutan	**Awal:** STEAM/VR belum menjadi praktik reguler. **Penerapan:** peserta memperoleh pengalaman praktik, contoh implementasi, dan dukungan tindak lanjut melalui MGMP. **Pascakegiatan:** kesediaan menerapkan mencapai **3,35/4** dan tersedia bukti pemanfaatan produk oleh mitra.	**Menuju Level 4; belum cukup untuk menyatakan kemandirian (Level 5).**

Kebaruan, Keberlanjutan, dan Implikasi Program

Temuan kegiatan sejalan dengan pengabdian lain yang menempatkan praktik dan pendampingan sebagai komponen penting pengembangan profesional guru. Pendampingan penyusunan modul ajar berbasis *deep learning* menunjukkan bahwa latihan yang diikuti proyek dan evaluasi membantu guru menghubungkan konsep baru dengan perangkat ajar yang kontekstual (Mutia et al., 2026). Demikian pula, pendampingan integrasi numerasi melaporkan bahwa praktik penyusunan perangkat dan kolaborasi memperkuat kesiapan guru untuk mengadaptasi pembelajaran (Nurfiqih et al., 2026). Kesamaan pola tersebut menegaskan bahwa pelatihan teknologi lebih efektif ketika guru memiliki ruang untuk mencoba, mendiskusikan, dan menyesuaikan perangkat dengan kondisi sekolah.

Posisi program terhadap kegiatan sejenis dirangkum pada Tabel 7. Dibandingkan pengabdian terdahulu, program ini memiliki tiga pembeda. Pertama, dari sisi teknologi, pelatihan AR/VR bagi guru umumnya memanfaatkan platform umum untuk membuat atau menampilkan media (Novitasari et al., 2026; Rafrin et al., 2025), sedangkan program ini menggunakan media VR yang dikembangkan khusus untuk konteks matematika berbasis STEAM dan dapat dijalankan dengan perangkat berbiaya rendah. Kedua, dari sisi pola pendampingan, program ini memuat tahap penerapan di sekolah (On) dan refleksi (In-2), bukan hanya pelatihan dan praktik pembuatan media. Ketiga, dari sisi evaluasi, program ini tidak berhenti pada respons peserta, tetapi memetakan keberdayaan mitra melalui rubrik operasional dan triangulasi data. Di sisi lain, pengabdian terdahulu di Kabupaten Bandung Barat berfokus pada pengembangan bahan ajar berbasis literasi numerasi (Dahlan et al., 2023), sedangkan pendampingan pada MGMP lain berfokus pada penyusunan modul ajar (Mutia et al., 2026); program ini melengkapinya dengan dimensi teknologi imersif dan STEAM.

Tabel 7. Perbandingan program dengan kegiatan pengabdian terdahulu

Kegiatan	Sasaran dan fokus	Teknologi	Pola kegiatan dan evaluasi
Dahlan et al. (2023)	Guru matematika SMP Kabupaten Bandung Barat; bahan ajar berbasis literasi numerasi	Tidak berfokus pada teknologi imersif	Pengembangan bahan ajar matematika bagi guru
Mutia et al. (2026)	Guru MGMP Geografi Kabupaten Banyuwangi; modul ajar berbasis *deep learning* untuk *geocapability*	Bukan teknologi imersif (modul ajar)	Identifikasi kebutuhan, pelatihan, dan pendampingan penyusunan modul; produk berupa modul ajar
Rafrin et al. (2025)	20 guru SMP Negeri 10 Parepare; media pembelajaran inovatif	AR dan VR (Assemblr EDU, YouTube VR)	Pelatihan; kuesioner skala Likert pascakegiatan
Novitasari et al. (2026)	20 guru matematika SMP (MGMP Kabupaten Lombok Barat); pembelajaran numerasi	AR (Assemblr EDU)	Pelatihan, praktik pengembangan media, pendampingan, dan evaluasi kepuasan peserta
Program ini	26 guru MGMP Matematika SMP Kabupaten Bandung Barat (25 sekolah); pembelajaran matematika berbasis STEAM	VR berbiaya rendah (STEAMVR Edukit, Android, dan *low-cost* VR *headset*)	*In-On-In (In-1, On, In-2; rencana 60 JP, realisasi 50 JP)*; kuesioner kebutuhan, evaluasi sepuluh indikator, rubrik keberdayaan, dan dokumentasi implementasi

Dari sisi teknologi, *low-cost VR headset* dan telepon pintar Android merupakan pilihan yang relatif realistis untuk memperkenalkan pengalaman imersif tanpa laboratorium VR khusus. Namun, keterjangkauan perangkat tidak otomatis menjamin keterlaksanaan. Pengelolaan perangkat, kesiapan konten, konektivitas atau penyimpanan, keamanan penggunaan, dan desain aktivitas tetap menjadi prasyarat. Karena itu, keberlanjutan program diarahkan pada pendampingan ringan tetapi terstruktur, penggunaan perangkat secara berkelompok, penyediaan LKPD sebelum, selama, dan setelah penggunaan VR, serta berbagi praktik melalui jejaring MGMP.

Bukti kelembagaan yang tersedia berupa Surat Pernyataan Mitra atas Produk yang Dimanfaatkan Nomor 040/MGMPMTK_KORWIL2/VII/2026 dari MGMP Matematika SMP Korwil 02 Kabupaten Bandung Barat, yang menyatakan bahwa produk kegiatan telah dimanfaatkan oleh MGMP. Surat tersebut diterbitkan pada Juli 2026, yaitu setelah In-1 dan bersamaan dengan penerapan pertama pada tahap On, sehingga diposisikan sebagai bukti pengakuan pemanfaatan produk pada tahap awal program, bukan sebagai bukti keseluruhan tindak lanjut. Penerapan di SMP Negeri 3 Padalarang (Agustus 2026) dan refleksi pada In-2 (31 Oktober 2026) berlangsung setelah surat tersebut diterbitkan. Sementara itu, bukti

penggunaan berulang secara mandiri oleh guru dan perangkat ajar hasil modifikasi guru belum terdokumentasi secara sistematis. Karena itu, tindak lanjut setelah rangkaian *In-On-In* diarahkan pada (1) pengumpulan perangkat ajar dan LKPD hasil adaptasi guru; (2) dokumentasi penerapan STEAMVR Edukit oleh guru peserta lain; serta (3) pemanfaatan forum MGMP untuk berbagi skenario, perangkat ajar, kendala teknis, dan praktik baik. Data dari tindak lanjut tersebut menjadi dasar untuk menilai apakah mitra telah mencapai Level 5.

D. KESIMPULAN

Kegiatan ini menunjukkan bahwa guru matematika SMP di Kabupaten Bandung Barat telah familier dengan teknologi digital, tetapi pemanfaatannya untuk proyek/praktikum masih terbatas (23,1%), terutama karena keterbatasan waktu, kesulitan menentukan konteks proyek, dan belum tersedianya contoh. Seluruh guru (26 orang) memberikan respons setuju atau sangat setuju terhadap pelaksanaan program (rerata 3,43 dari 4), tetapi proporsi jawaban sangat setuju paling rendah terdapat pada kesiapan dan kesediaan menerapkan (rerata 3,35; 65,4% memilih setuju dan 34,6% sangat setuju). Berdasarkan rubrik operasional dan triangulasi data, mitra menunjukkan indikasi pergeseran dari Level 2–3 menuju Level 4, yaitu kesiapan implementasi dengan pendampingan. Temuan ini merupakan indikator respons dan kesiapan, bukan bukti kausal peningkatan kompetensi, karena evaluasi tidak menggunakan desain *pretest–posttest* dan penerapan pada tahap On baru dilakukan oleh dua guru dengan pendampingan tim. Temuan utama kegiatan adalah bahwa pengenalan teknologi belum cukup; guru memerlukan contoh kontekstual, praktik langsung, skenario pengelolaan perangkat, dan pendampingan agar teknologi menjadi bagian dari desain pembelajaran matematika. Setelah rangkaian *In-On-In* selesai dengan refleksi pada In-2, tindak lanjut diarahkan pada pengumpulan bukti implementasi mandiri dan berulang, modifikasi perangkat ajar oleh guru, dan diseminasi praktik baik melalui MGMP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pendidikan Indonesia yang mendukung pendanaan kegiatan tahun 2026, MGMP Matematika SMP Kabupaten Bandung Barat sebagai mitra, SMP Negeri 2 Padalarang sebagai lokasi program, serta seluruh guru dan pihak sekolah yang berpartisipasi dalam pelaksanaan, evaluasi, dan dokumentasi kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

Alvendri, D., Risfendra, R., Darni, R., & Wulansari, R. E. (2024). The practicality of STEAM based augmented reality (AR) learning media for vocational high school students in robotic system Subject. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(10), 8246–8254. https://doi.org/10.29303/JPPIPA.V10I10.8586

Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., Saputri, D. Y., & Adi, F. P. (2021). The Effectiveness of STEAM-Based Augmented Reality Media in Improving the Quality of Natural Science Learning in Elementary School. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, *13*(2), 821–828. https://doi.org/10.35445/ALISHLAH.V13I2.643

Dahlan, J. A., Juandi, D., Yogaswara, A., & Kurniasih, D. (2023). Developing Mathematics Teaching Materials Based on Numeracy Literacy for Junior High School Mathematics Teachers in West Bandung Regency. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *19*(2), 237–249. https://doi.org/10.20414/transformasi.v19i2.8294

Kinanti, C. S. (2024). Exploring the Potential of VR Technology in Education in Indonesia. *Devotion : Journal of Research and Community Service*, *5*(7), 742–748. https://doi.org/10.59188/DEVOTION.V5I7.746

Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed.). Berrett-Koehler.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Mulyadi, E. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP pada Materi Relasi dan Fungsi. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, *8*(2), 371–382. https://doi.org/10.31949/TH.V8I2.7908

Mutia, T., Rosyida, F., Rofiki, I., Wibowo, N. A., & Atmaja, M. A. R. (2026). Transformasi Digital dalam Pendidikan: Pendampingan Penyusunan Modul Ajar Berbasis Deep Learning untuk Memperkuat Geocapability di MGMP Kabupaten Banyuwangi. *Aksiologiya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *10*(1), 585–598. https://doi.org/10.30651/aks.v10i1.27740

Novitasari, D., Prayitno, S., Amrullah, A., Junaidi, J., Hamdani, D., & Hafizin, M. K. (2026). Inovasi Pembelajaran Numerasi melalui Pelatihan Augmented Reality Berbasis Assemblr EDU bagi Guru Matematika. *Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *6*(1), 404–414. https://doi.org/10.29303/rengganis.v6i1.1206

Nurfiqih, D., Nurkamilah, M., R, A. P., Utami, C., Lusiyana, D., Jufri, L. H., Nurhanifah, N., Zakiyah, S., Herman, T., & Prabawanto, S. (2026). Pendampingan Modifikasi Modul Ajar Matematika dan Non Matematika Bagi Guru: Integrasi Keterampilan Numerasi. *Aksiologiya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *10*(1), 643–655. https://doi.org/10.30651/aks.v10i1.28283

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53F23881-EN

Priatna, N. (2017). The application of brain-based learning principles aided by GeoGebra to improve mathematical representation ability. *AIP Conference Proceedings*, *1868*(1), 050030. https://doi.org/10.1063/1.4995157

Priatna, N., Martadiputra, B. A. P., & Ridhwansyah, L. (2022). Development of LMS Moodle Media in Mathematics Learning at Senior High School. *AIP Conference Proceedings*, *2468*(1), 070022. https://doi.org/10.1063/5.0115614

Priatna, N., Sispiyati, R., & Lorenzia, S. A. (2019). Validation of mathematical teaching material's developed by project-based learning integrated STEM. *Journal of Physics: Conference Series*, *1280*(4), 042045. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/4/042045

Rafrin, M., Maharani, P. A., Agus, M., Amar, M. I., Intizhami, N. S., Nuranti B, E. Q., Bahar, N. A. S. O., Armansyah, M. D., S., S. A., Kandi, D., & Malika, S. N. (2025). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Inovatif bagi Guru di SMP Negeri 10 Parepare. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, *6*(4), 979–987. https://doi.org/10.33394/jpu.v6i4.18210

Raharjo, F. O., Winarni, E. W., & Koto, I. (2023). Pengaruh Media Virtual Reality Berbasis STEAM Terhadap Literasi SAINS pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar*, *2*(2), 295–306. https://doi.org/10.33369/KAPEDAS.V2I2.28183

Sari, R. M. M., & Priatna, N. (2020). Model-Model Pembelajaran di Era Revolusi Industri 4.0 (E-Learning, M-Learning, AR-Learning dan VR-Learning). *Biormatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, *6*(1), 107–115. https://doi.org/10.35569/BIORMATIKA.V6I1.699

Wahyuni, E. T., Hendryawan, S., Nasrullah, A., & Wachyar, T. Y. (2018). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP melalui Pembelajaran Think Pair Share (TPS). *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, *3*(2), 125–136. https://doi.org/10.23969/SYMMETRY.V3I2.1253

Widiyatmoko, A., Nugrahani, R., Yanitama, A., & Darmawan, M. S. (2023). The Effect of Virtual Reality Game Based Learning to Enhance STEM Literacy in Energy Concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *12*(4), 648–657. https://doi.org/10.15294/JPII.V12I4.48265