



Peningkatan Kompetensi Guru dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Matematika Berbasis AR/VR Menggunakan WebAR Melalui Pendekatan Techno-Ethno-RME

Farida Nursyahidah¹, Arif Wibisono^{2(*)}, Maya Rini Rubowo³

^{1,2,3}Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang

^{1,2}PUI-PT Techno-Ethno-Realistic Mathematics, Universitas PGRI Semarang

Article Info

Article history:

Received : 25 Mei 2026

Revised : 28 Juni 2026

Accepted : 5 Juli 2026

Keywords:

teacher competence; mathematics learning media; augmented reality; virtual reality; techno-ethno-rme

ABSTRACT

The development of digital technology is driving the transformation of mathematics learning towards a more interactive, contextual, and learner-centered approach. However, teacher competency in developing immersive technology-based learning media, such as Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR), is still limited. Furthermore, the integration of local cultural elements into mathematics learning is not yet optimal. This community service activity aims to improve teacher competency in designing and developing Web Augmented Reality (WebAR)-based mathematics learning media through the Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education (TE-RME) approach. The activity was carried out through the stages of needs analysis, preparation of training materials, workshop implementation, practical mentoring, and evaluation of training results. Participants were mathematics teachers who were members of the Mathematics MGMP who were given training on basic AR/VR concepts, utilization of the WebAR platform, integration of ethnomathematics elements, and application of Realistic Mathematics Education (RME) principles in developing learning media. Evaluation was conducted using pretest and posttest instruments, participant response questionnaires, and assessment of the resulting media products. The results of the activity showed an increase in participants' understanding and skills in developing WebAR-based mathematics learning media. Participants were able to produce AR/VR media prototypes that integrated local cultural contexts and mathematical concepts contextually. Participants' responses to the training were very good, particularly regarding the ease of use of the technology, the relevance of the material, and the potential for implementation in learning. Thus, this training was effective in improving teachers' digital competencies and supporting the development of innovative, contextual, and culturally based mathematics learning.

(*) Corresponding Author:

arifwibisono@upgris.ac.id

How to Cite: Nursyahidah, F., Wibisono, A., & Rubowo, M.R. (2026). Peningkatan Kompetensi Guru dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Matematika Berbasis AR/VR Menggunakan WebAR Melalui Pendekatan Techno-Ethno-RME. *Pelita: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6 (3): 91-101.

PENDAHULUAN

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang memperluas dunia fisik dengan menambahkan lapisan informasi digital sehingga objek virtual dapat ditampilkan seolah-olah menjadi bagian dari lingkungan nyata. Teknologi ini bukanlah hal baru. Perkembangannya dipelopori oleh berbagai inovasi perangkat dan platform digital, seperti *Google Glass*, dan terus mengalami kemajuan hingga saat ini. AR telah dimanfaatkan secara luas di berbagai bidang, antara lain hiburan, simulasi pelatihan industri, pertahanan dan militer, kedokteran, serta pendidikan. Seiring perkembangan teknologi, muncul *Augmented Reality* berbasis web (*Web Augmented Reality* atau WebAR) sebagai inovasi baru dalam pengembangan aplikasi AR. Platform berbasis web memungkinkan komunikasi data yang lebih ringan, mudah didistribusikan,



serta dapat dijalankan lintas sistem operasi dan perangkat tanpa memerlukan instalasi aplikasi khusus.

Di sisi lain, *mobile augmented reality (Mobile AR)* saat ini juga mendapatkan perhatian yang semakin besar, baik dari kalangan akademisi maupun industri. *Mobile AR* berbasis perangkat keras dan *Mobile AR* berbasis aplikasi merupakan dua platform dominan dalam implementasinya. Namun, implementasi *Mobile AR* berbasis perangkat keras diketahui memerlukan biaya tinggi dan memiliki fleksibilitas yang terbatas. Sebaliknya, implementasi berbasis aplikasi lebih mudah digunakan karena hanya memerlukan proses pengunduhan dan pemasangan serta mendukung penggunaan lintas platform. Lebih lanjut, implementasi AR berbasis web (WebAR) memberikan kemudahan akses yang lebih luas bagi pengguna, didukung oleh perkembangan layanan berbasis web dan infrastruktur komunikasi seluler generasi kelima (5G) yang berpotensi meningkatkan efisiensi komunikasi seluler dan memperluas pemanfaatan aplikasi WebAR di berbagai kalangan (Qiao et al., 2019).

Pemanfaatan teknologi AR umumnya digunakan untuk memvisualisasikan objek dalam bentuk tiga dimensi. Karakteristik AR yang interaktif dan mampu berjalan secara real-time menjadikannya sebagai media yang efektif dalam menyampaikan informasi secara menarik dan kontekstual. Sebagai contoh, teknologi AR dan markerless AR telah berhasil diimplementasikan sebagai media untuk memperkenalkan benda cagar budaya kepada masyarakat (Haryani & Triyono, 2017).

Selain itu, studi kasus di Tiongkok menunjukkan bahwa penggunaan WebAR untuk mengajarkan kerajinan tradisional yang mulai kehilangan regenerasi terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan seni kriya peserta didik. Melalui panduan interaktif berbasis WebAR, peserta didik dapat mempelajari keterampilan secara mandiri dan memberikan respons yang lebih positif dibandingkan media pembelajaran konvensional (ji et al., 2019).

Potensi pemanfaatan AR juga telah diterapkan pada sektor pariwisata. Salah satu objek wisata bersejarah yang memiliki nilai edukatif tinggi adalah Lawang Sewu di Kota Semarang. Keunggulan lokasi yang strategis dan nilai sejarah yang dimiliki menjadikan Lawang Sewu sebagai salah satu destinasi wisata unggulan di Kota Semarang. Jumlah kunjungan wisatawan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti biaya kunjungan, biaya menuju objek wisata alternatif, pendapatan, waktu tempuh, serta ketersediaan fasilitas pendukung (Baskoro & Mudakir, 2013).

Namun, pandemi Corona yang terjadi beberapa tahun terakhir memberikan dampak signifikan terhadap sektor pariwisata akibat pembatasan aktivitas sosial dan penerapan *physical distancing*, sehingga diperlukan inovasi untuk mendukung keberlanjutan sektor ini (Karisma, 2020). Berbagai pemerintah daerah telah memanfaatkan teknologi AR sebagai inovasi untuk mendukung promosi dan edukasi pariwisata. Di Kabupaten Banyumas, teknologi AR diintegrasikan ke dalam brosur objek wisata sehingga wisatawan dapat memperoleh informasi secara interaktif melalui perangkat mobile dengan memindai penanda (marker) yang tersedia (Tahyudin et al., 2015). Sementara itu, di Kabupaten Purbalingga, teknologi AR juga dimanfaatkan sebagai pemandu wisata virtual yang dilengkapi dengan konten audio dan video untuk meningkatkan pengalaman wisatawan (Tahyudin & Saputra, 2015).

Keberhasilan implementasi AR pada berbagai sektor menunjukkan potensi besar teknologi ini untuk diadopsi dalam dunia pendidikan, khususnya pembelajaran matematika. Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang sering dianggap abstrak oleh peserta didik sehingga memerlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara konkret dan kontekstual. Di sisi lain, transformasi digital pendidikan menuntut guru untuk memiliki kompetensi dalam mengembangkan media pembelajaran inovatif yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik abad ke-21.

Selain integrasi teknologi, pembelajaran matematika juga perlu memperhatikan konteks budaya lokal dan pengalaman nyata peserta didik. Pendekatan *Realistic Mathematics Education (RME)* menekankan pentingnya penggunaan konteks nyata dalam membangun pemahaman konsep matematika. Integrasi prinsip RME dengan etnomatematika memungkinkan konsep matematika dikaitkan dengan budaya lokal sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Oleh



karena itu, pendekatan *Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education* (TE-RME) hadir sebagai solusi yang mengintegrasikan teknologi digital, unsur budaya lokal, dan pembelajaran kontekstual.

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan mitra, masih banyak guru matematika yang belum memiliki keterampilan dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis AR/VR, khususnya menggunakan platform WebAR. Selain keterbatasan kompetensi teknis, integrasi unsur etnomatematika dan prinsip RME dalam pengembangan media pembelajaran juga belum dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan pembuatan media AR/VR pembelajaran matematika berbasis WebAR menggunakan pendekatan TE-RME. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan media pembelajaran yang inovatif, interaktif, kontekstual, dan berbasis budaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata pengguna secara *real-time*. Objek virtual yang ditampilkan melalui teknologi AR membantu pengguna membangun persepsi baru terhadap lingkungan sekitarnya dan memungkinkan terjadinya interaksi antara objek digital dengan dunia nyata (Ismayani, 2020).

Istilah AR sering kali disamakan dengan *Virtual Reality* (VR), padahal keduanya memiliki karakteristik yang berbeda. VR menciptakan lingkungan virtual yang sepenuhnya baru sehingga pengguna merasakan pengalaman berada pada tempat yang berbeda dari lingkungan aslinya. Sebaliknya, AR mempertahankan lingkungan nyata dan menambahkan objek virtual ke dalamnya. Dengan demikian, perbedaan utama antara AR dan VR terletak pada tingkat integrasi antara objek digital dan lingkungan nyata. Teknologi AR menggabungkan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata tiga dimensi dan memproyeksikannya secara langsung dalam waktu nyata (*real-time*) (Rizky, n.d.).

Dalam konteks pendidikan, AR memiliki potensi besar untuk membantu visualisasi konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret dan interaktif. Pada pembelajaran matematika, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk memvisualisasikan bangun ruang, transformasi geometri, grafik fungsi, serta berbagai konsep spasial yang sering kali sulit dipahami peserta didik melalui media pembelajaran konvensional.

Perkembangan Aplikasi *Augmented Reality* Berbasis Desktop dan Web

Aplikasi AR umumnya dikembangkan dan dijalankan menggunakan perangkat lunak berbasis desktop pada tahap awal perkembangannya. Hal ini mengharuskan pengembang untuk menginstal perangkat lunak khusus pada komputer sebelum dapat membuat maupun menjalankan aplikasi AR. Seiring perkembangan teknologi web, muncul platform *Web Augmented Reality* (WebAR) yang memungkinkan pengembangan dan pemanfaatan aplikasi AR langsung melalui peramban (browser) tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. WebAR memberikan kemudahan bagi pengguna karena dapat diakses secara lintas platform, baik melalui sistem operasi Windows, Linux, Android, maupun iOS (Pramono, 2012).

Dibandingkan dengan aplikasi AR berbasis desktop, WebAR memiliki beberapa keunggulan, antara lain kemudahan distribusi, kompatibilitas lintas perangkat, kebutuhan sumber daya yang lebih ringan, serta kemudahan integrasi dengan teknologi berbasis internet. Perkembangan jaringan komunikasi seluler generasi kelima (5G) juga diprediksi akan semakin meningkatkan efisiensi penggunaan WebAR di berbagai sektor, termasuk pendidikan (Qiao et al., 2019).

Selain AR, teknologi VR juga semakin berkembang dan banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran. Jika AR berfokus pada integrasi objek virtual ke dalam lingkungan nyata, maka VR menciptakan lingkungan simulasi yang sepenuhnya imersif. Integrasi AR dan VR dalam



pembelajaran memberikan peluang bagi pendidik untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan kontekstual.

Hasil Penelitian Sebelumnya yang Relevan

Berbagai penelitian telah menunjukkan potensi *AR* dan *WebAR* dalam mendukung proses pembelajaran, visualisasi informasi, dan pelestarian budaya. Pramono (2012) mengembangkan teknologi *AR* berbasis web menggunakan *FLAR Manager* sebagai media pemasaran daring produk furnitur. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat melihat visualisasi furnitur secara virtual, termasuk bentuk, dimensi, dan simulasi penempatannya dalam suatu ruangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa *WebAR* mampu menghadirkan pengalaman visual yang lebih interaktif dan realistis (Pramono, 2012).

Barone Rodrigues et al. (2017) mengembangkan media pembelajaran berbasis web menggunakan Moodle dan Blackboard yang dipadukan dengan teknologi WebAR. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi *WebAR* mampu membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam keterampilan spasial serta meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis *Shareable Content Object Reference Model (SCORM)* (Barone Rodrigues et al., 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Ji et al. (2019) dari Guangdong University of Technology, Guangzhou, Tiongkok, memanfaatkan *WebAR* untuk mengenalkan kerajinan tangan tradisional beserta proses pembuatannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbantuan *WebAR* lebih efektif dibandingkan aplikasi *AR* berbasis desktop karena mendukung penggunaan lintas platform dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif (Ji et al., 2019).

Qiao et al. (2019) memproyeksikan bahwa penggunaan *WebAR* akan semakin mendominasi berbagai sektor pada masa mendatang. Fleksibilitas penggunaan, dukungan lintas platform, rendahnya kebutuhan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta hadirnya teknologi komunikasi 5G menjadi faktor utama yang mendorong adopsi *WebAR* secara luas (Qiao et al., 2019).

Selanjutnya, Tan et al. (2020) membuktikan efektivitas penggunaan *WebAR* dalam pembelajaran warisan budaya takbenda. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *WebAR* mampu meningkatkan interaksi antara pengguna dan sistem serta direkomendasikan untuk dikombinasikan dengan metode pembelajaran konvensional dalam model pembelajaran campuran (*blended learning*) (Tan et al., 2020).

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *WebAR* memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika karena mampu menghadirkan visualisasi yang interaktif, mudah diakses, serta mendukung integrasi konteks budaya lokal. Namun, pemanfaatan *WebAR* dalam pembelajaran matematika berbasis pendekatan *Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education (TE-RME)* masih terbatas, khususnya dalam bentuk pelatihan bagi guru. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini berfokus pada peningkatan kompetensi guru dalam mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis *AR/VR* menggunakan *WebAR* yang mengintegrasikan teknologi, budaya lokal, dan prinsip *Realistic Mathematics Education*.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif dengan metode pelatihan dan pendampingan. Metode ini dipilih untuk meningkatkan kompetensi guru dalam merancang dan mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis *Web Augmented Reality (WebAR)* menggunakan pendekatan *Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education (TE-RME)*.

Tahapan kegiatan diawali dengan studi pustaka melalui jurnal ilmiah, prosiding seminar, dan buku referensi yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality (AR)*, *Virtual Reality (VR)*, *WebAR*, etnomatematika, dan *Realistic Mathematics Education*. Hasil studi pustaka digunakan sebagai dasar dalam menyusun materi pelatihan, menentukan platform pengembangan, serta merancang skenario implementasi media pembelajaran.

Secara umum, tahapan pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada Gambar 1, yang terdiri atas empat tahap utama, yaitu: (1) analisis kebutuhan, (2) persiapan materi dan media, (3) pelaksanaan pelatihan dan pendampingan, serta (4) evaluasi kegiatan.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

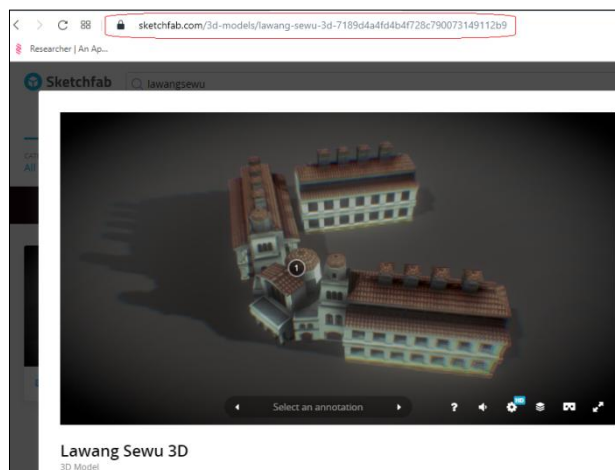
Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi awal dan diskusi dengan mitra untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman guru terkait pemanfaatan teknologi *AR/VR* dalam pembelajaran matematika. Selain itu, dilakukan identifikasi kebutuhan media pembelajaran yang relevan dengan kurikulum dan potensi budaya lokal yang dapat diintegrasikan melalui pendekatan TE-RME.

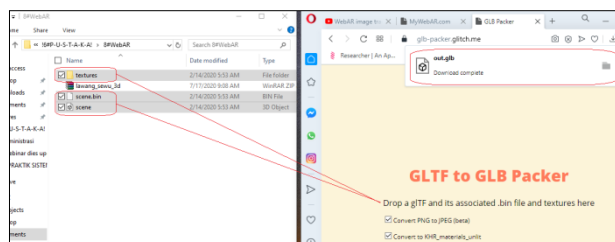
Persiapan Materi dan Objek Visual

Pada tahap ini, tim pengabdian menyusun modul pelatihan yang mencakup konsep dasar *AR/VR*, pengenalan *WebAR*, prinsip-prinsip *Realistic Mathematics Education*, serta integrasi unsur etnomatematika dalam pembelajaran matematika.

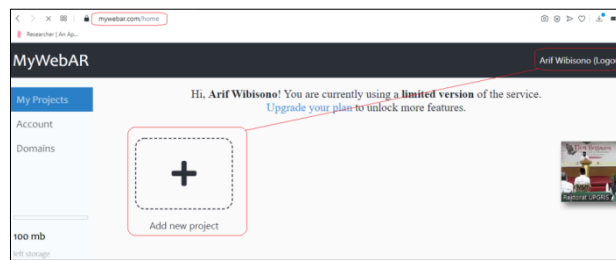
Objek visual yang digunakan dalam pelatihan berupa model tiga dimensi yang merepresentasikan konsep matematika dan unsur budaya lokal. Model tersebut disiapkan menggunakan perangkat lunak pemodelan tiga dimensi dan dikonversi ke format yang kompatibel dengan platform *WebAR*, seperti .glb atau .gltf. Selanjutnya, objek visual diunggah ke platform pengembangan untuk diintegrasikan ke dalam media pembelajaran (lihat Gambar 2 sampai Gambar 6).



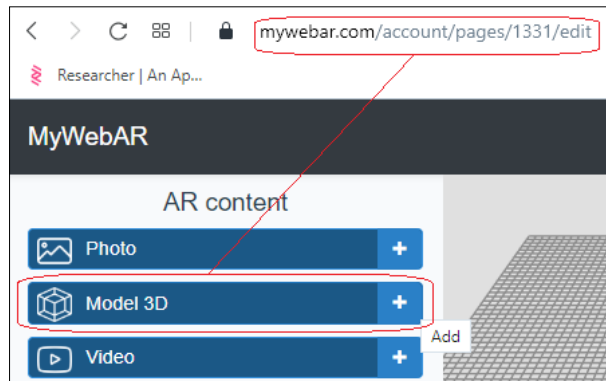
Gambar 2. Mempersiapkan Gambar 3D



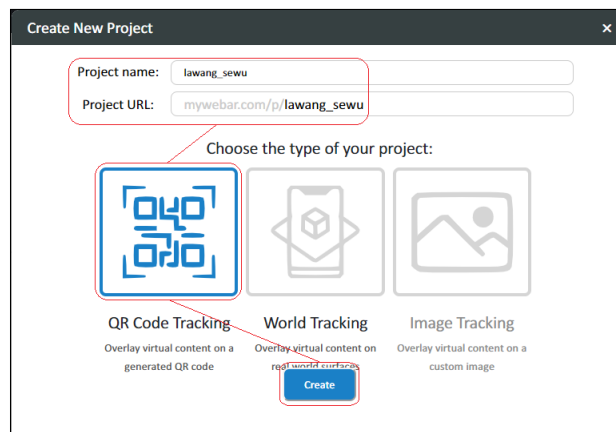
Gambar 3. Konversi File 3 Dimensi Menggunakan *GLB Packer*



Gambar 4. Start New Project di MyWebAR

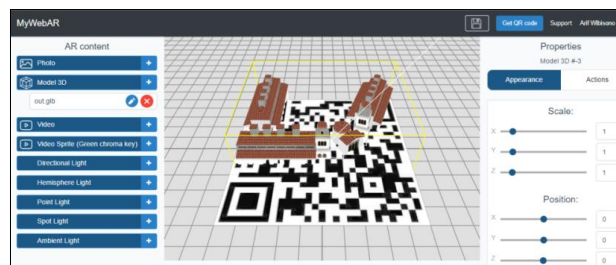


Gambar 5. Mengunggah Obyek 3 Dimensi



Gambar 6. Membuat *Marker* dalam Bentuk *QR Code*

Persiapan Platform Pengembangan

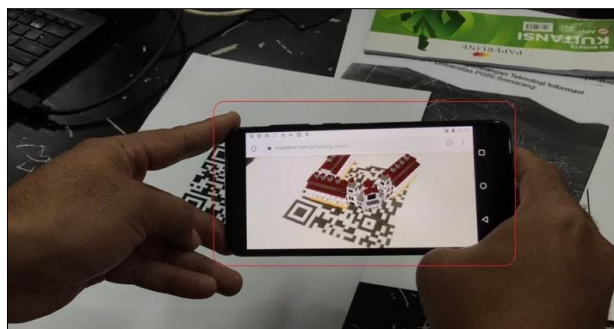


Gambar 7. Jendela Kustomisasi *Marker*

Pengembangan media dilakukan menggunakan platform *WebAR* berbasis web yang dapat diakses melalui peramban tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Peserta pelatihan



diminta membuat akun pada platform pengembangan, melakukan konfigurasi proyek, mengunggah objek tiga dimensi, serta mengatur interaksi pengguna (lihat Gambar 7 sampai Gambar 8). Pemanfaatan platform berbasis web dipilih karena mendukung penggunaan lintas perangkat dan sistem operasi, sehingga memudahkan guru dalam mengembangkan maupun mendistribusikan media pembelajaran kepada peserta didik.



Gambar 8. Pengujian *Marker*

Pelaksanaan Pelatihan dan Pendampingan

Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop yang terdiri atas penyampaian materi, demonstrasi penggunaan platform *WebAR*, praktik mandiri, serta pendampingan intensif. Peserta diberikan kesempatan untuk mengembangkan media pembelajaran matematika sesuai dengan topik yang diajarkan di sekolah masing-masing. Selama proses pendampingan, tim pengabdian memberikan bimbingan terkait desain media, integrasi unsur budaya lokal, dan penerapan prinsip RME.

Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan untuk mengukur efektivitas pelatihan dan tingkat ketercapaian tujuan pengabdian. Evaluasi dilaksanakan menggunakan beberapa instrumen, yaitu:

1. *Pre-test* dan *post-test*, untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta terkait *AR/VR*, *WebAR*, dan pendekatan *TE-RME*.
2. Angket respons peserta, untuk mengetahui tingkat kepuasan peserta terhadap materi, metode pelatihan, kemudahan penggunaan platform, serta potensi implementasi media dalam pembelajaran.
3. Penilaian produk, untuk mengevaluasi kualitas media pembelajaran yang dihasilkan berdasarkan aspek kesesuaian materi, integrasi budaya lokal, interaktivitas, dan kemudahan penggunaan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase dan nilai rata-rata. Hasil analisis digunakan untuk menentukan tingkat keberhasilan kegiatan pengabdian. Indikator keberhasilan kegiatan meliputi: (1) peningkatan skor *post-test* dibandingkan *pre-test*, (2) tingkat kepuasan peserta berada pada kategori baik atau sangat baik, dan (3) peserta mampu menghasilkan prototipe media pembelajaran matematika berbasis *WebAR* yang dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan pembuatan media pembelajaran matematika berbasis *Web Augmented Reality (WebAR)* menggunakan pendekatan *Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education (TE-RME)*. Peserta kegiatan adalah guru-guru yang tergabung dalam MGMP Matematika Kota Semarang.

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar *Augmented Reality (AR)*, *Virtual Reality (VR)*, dan pemanfaatan platform *WebAR* dalam

pembelajaran. Selanjutnya, peserta diberikan pemahaman mengenai integrasi etnomatematika dan prinsip *Realistic Mathematics Education* dalam pengembangan media pembelajaran.

Pada sesi praktik, peserta didampingi untuk membuat media pembelajaran berbasis *WebAR* mulai dari persiapan objek tiga dimensi, pembuatan proyek pada *platform WebAR*, hingga pengujian media menggunakan perangkat seluler. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Penyampaian Materi Pelatihan Pembuatan Media *AR*



Gambar 10. Penutupan Kegiatan Workshop Pembuatan Media *AR* Bagi Guru MGMP Matematika Kota Semarang

Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta berhasil mengembangkan prototipe media pembelajaran matematika berbasis *WebAR* yang memuat visualisasi objek tiga dimensi dan mengintegrasikan konteks budaya lokal. Media yang dikembangkan mencakup materi matematika, seperti bangun ruang, geometri transformasi, pengukuran, dan konsep spasial lainnya. Unsur etnomatematika diintegrasikan melalui penggunaan objek budaya lokal, seperti motif batik, bangunan bersejarah, permainan tradisional, atau artefak budaya yang relevan dengan konsep matematika. Melalui pemindaian kode *QR* atau tautan web, media pembelajaran dapat diakses secara langsung melalui peramban pada perangkat seluler tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Kemudahan akses ini menjadi salah satu keunggulan utama *WebAR* dibandingkan aplikasi *AR* berbasis desktop atau aplikasi khusus.

Evaluasi Peningkatan Kompetensi Peserta

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta terkait konsep *AR/VR*, penggunaan platform *WebAR*, serta implementasi pendekatan *TE-RME*. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata peserta dari 63 pada tahap awal menjadi 85 setelah pelatihan. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan



peserta dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis *WebAR*. Selain itu, hasil angket respons peserta menunjukkan bahwa mayoritas peserta memberikan penilaian positif terhadap pelaksanaan kegiatan. Aspek yang memperoleh penilaian tertinggi meliputi kemudahan penggunaan platform, relevansi materi dengan kebutuhan pembelajaran, serta potensi implementasi media dalam proses pembelajaran matematika. Rekapitulasi hasil evaluasi peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Evaluasi Pemahaman Peserta

Kode Peserta	1. Apakah aplikasi mudah digunakan	2. Apakah informasi visual bisa dilihat dengan jelas	3. Apakah informasi visual yang ditampilkan mudah diingat	4. Apakah anda menikmati saat menggunakan aplikasi	5. Apakah anda tertarik menggunakan kembali nantinya, untuk membuat media AR
P1	6	6	7	7	7
P2	7	7	7	6	7
P3	6	6	7	7	7
P4	7	6	6	7	7
P5	7	7	6	7	7
P6	7	7	6	7	6
P7	6	7	6	7	7
P8	6	6	6	6	6
P9	7	7	7	7	7
P10	7	6	7	7	7
P11	7	7	7	7	6
P12	7	6	7	6	7
P13	6	6	7	7	7
P14	7	7	7	7	6
P15	6	6	7	7	7
P16	7	7	6	6	7
P17	7	7	7	7	7
P18	6	7	6	7	6
P19	6	6	6	7	7
P20	6	7	7	6	7
Rerata	6,55	6,55	6,6	6,75	6,75
Skor Maksimal	7	7	7	7	7
Persentase	93,57%	93,57%	94,29%	96,43%	96,43%

Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan media pembelajaran berbasis *WebAR* menggunakan pendekatan *TE-RME* mampu meningkatkan kompetensi digital guru sekaligus memperkuat kemampuan mereka dalam mengintegrasikan teknologi dan budaya lokal ke dalam pembelajaran matematika.

Kemudahan akses yang ditawarkan *WebAR* memungkinkan guru mengembangkan media pembelajaran tanpa memerlukan perangkat keras khusus atau kemampuan pemrograman yang kompleks. Temuan ini sejalan dengan penelitian Qiao et al. (2019) yang menyatakan bahwa *WebAR* memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas, kompatibilitas lintas platform, dan kemudahan distribusi.

Peningkatan keterampilan peserta dalam mengembangkan media pembelajaran juga mendukung hasil penelitian Ji et al. (2019) yang menunjukkan bahwa *WebAR* dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan efektif dibandingkan media konvensional.

Integrasi unsur etnomatematika melalui pendekatan *TE-RME* memberikan konteks pembelajaran yang lebih dekat dengan kehidupan peserta didik. Pendekatan ini tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep matematika secara lebih bermakna, tetapi juga berkontribusi dalam pelestarian budaya lokal.



Meskipun demikian, beberapa peserta masih menghadapi kendala pada tahap pembuatan objek tiga dimensi dan pengaturan interaksi pada platform *WebAR*. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan lanjutan dan pengembangan komunitas belajar bagi guru agar implementasi media pembelajaran berbasis *WebAR* dapat dilakukan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan pembuatan media pembelajaran matematika berbasis *Web Augmented Reality (WebAR)* menggunakan pendekatan *Techno-Ethno-Realistic Mathematics Education (TE-RME)* telah terlaksana dengan baik dan memperoleh respons positif dari peserta. Pelatihan yang dilaksanakan melalui tahapan analisis kebutuhan, penyampaian materi, praktik pembuatan media, dan pendampingan terbukti mampu meningkatkan pemahaman serta keterampilan guru dalam memanfaatkan teknologi *AR/VR* untuk pembelajaran matematika. Peserta mampu mengembangkan prototipe media pembelajaran berbasis *WebAR* yang mengintegrasikan konsep matematika dengan unsur budaya lokal melalui pendekatan kontekstual.

Pemanfaatan *WebAR* memberikan kemudahan bagi guru dalam mengembangkan dan mendistribusikan media pembelajaran karena dapat diakses melalui peramban tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Selain itu, pendekatan *TE-RME* mendukung terciptanya pembelajaran matematika yang inovatif, interaktif, kontekstual, dan berbasis budaya. Meskipun demikian, beberapa peserta masih menghadapi kendala teknis, khususnya dalam proses pembuatan objek tiga dimensi dan pengaturan interaksi pada platform *WebAR*. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan pendampingan lanjutan dan pengembangan komunitas praktik agar implementasi media pembelajaran berbasis *WebAR* dapat dilakukan secara berkelanjutan. Kegiatan serupa di masa mendatang disarankan untuk melibatkan lebih banyak peserta, mengembangkan variasi materi pembelajaran, serta mengintegrasikan teknologi imersif lainnya guna mendukung transformasi digital pendidikan matematika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas PGRI Semarang atas dukungan finansial melalui Hibah Pengabdian kepada Masyarakat Reguler (129/SKK/LPPM-UPGRIS/PKM-REG/II/2026), dan para reviewer atas masukan yang berharga terhadap artikel pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barone Rodrigues, A., Dias, D. R. C., Martins, V. F., Bressan, P. A., & Guimarães, M. de P. (2017). *WebAR: A web-augmented reality-based authoring tool with experience API support for educational applications*. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 10278 LNCS, 118–128. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58703-5_9
- Baskoro, D. H., & Mudakir, Y. B. (2013). Analisis Kunjungan Objek Wisata Lawang Sewu Di Kota Semarang, 2, 1–9.
- Dasuka, Y.P, Sasmito, B., H. (2014). Jurnal Geodesi Undip Jurnal Geodesi Undip. ANALISIS SEBARAN JENIS VEGETASI HUTAN ALAMI MENGGUNAKAN SISTEM PENGINDERAAN JAUH (Studi Kasus : Jalur Pendakian Wekas Dan Selo), 3(April), 28–43.
- Haryani, P., & Triyono, J. (2017). Augmented Reality (Ar) Sebagai Teknologi Interaktif Dalam Pengenalan Benda Cagar Budaya Kepada Masyarakat. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 807. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1614>
- Ika Devi Perwitasari. (2008). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality Untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 287.



- Ismayani, A. (2020). Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality. Elex Media Komputindo. https://books.google.co.id/books?id=HV_aDwAAQBAJ
- Ji, Y., Zhou, J., Tan, P., & Fu, T. (2019). Exploring Traditional Handicraft Learning Mode Using WebAR Technology. *Proceedings of Asian CHI Symposium 2019: Emerging HCI Research Collection*, 136–140. <https://doi.org/10.1145/3309700.3338453>
- Jurnal Media Informatika Budidarma Vol 4 No 1 Januari 2020. (2020). Green Press. <https://books.google.co.id/books?id=GJHgDwAAQBAJ>
- Karisma, A. (2020). Dampak Pandemi Corona Terhadap Bisnis Perjalanan dan Wisata di Indonesia. *SSRN Electronic Journal*, 120510180016.
- Nurhadryani, Y., Sianturi, S. K., Hermadi, I., & Khotimah, H. (2013). Pengujian Usability untuk Meningkatkan Antarmuka Aplikasi Mobile. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Agri-Informatika*, 2(2), 83. <https://doi.org/10.29244/jika.2.2.83-93>
- Pramono, B. A. (2012). Desain Dan Implementasi Augmented Reality Berbasis Web Pada Aplikasi Furniture Shopping Manager Sebagai Alat Bantu Belanja Online. *Jurnal Transformatika*, 10(1), 26. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v10i1.67>
- Prof. Dr. A. Muri Yusuf, M. P. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan. Prenada Media. <https://books.google.co.id/books?id=RnA-DwAAQBAJ>
- Qiao, X., Ren, P., Dustdar, S., Liu, L., Ma, H., & Chen, J. (2019). Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality-State of the Art, Challenges, and Insights. *Proceedings of the IEEE*, 107(4), 651–666. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2895105>
- Rizky, R. (n.d.). Panduan Membuat Aplikasi Augmented Reality: Membuat Aplikasi Augmented Reality Sederhana untuk Pemula. Athana Studio. <https://books.google.co.id/books?id=BQHLDwAAQBAJ>
- Tahyudin, I., Fitriyani, N. A., Dewiyanti, N., Amin, M. S., Firdaus, M. Y., & Utama, F. P. N. (2015). Inovasi Promosi Obyek Wisata Menggunakan Teknologi Augmented Teality (AR) Melalui Layar berbasis Android. *Jurnal Telematika*, 8(1), 1–13.
- Tahyudin, I., & Saputra, D. I. S. (2015). Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Inovasi Promosi Objek Wisata di Kabupaten Purbalingga. 660–665.
- Tan, P., Hills, D., Ji, Y., & Feng, K. (2020). Case Study: Creating Embodied Interaction with Learning Intangible Cultural Heritage through WebAR. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3334480.3375199>