Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat, e-ISSN 2598-2052
Vol. 08 No.02.2025.140-150.

Implementasi Media *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Bangun Ruang di Sekolah Dasar (SD) Ta'allumul Huda Bumiayu

Eka Farida Fasha[1], Sigit Rimbatmojo[1], Ghulam Arif Rizal[2], Khurotul Aeni[3], Asep Saeful Millah[3]
1. Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Peradaban, Indonesia
2. Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia, Universitas Peradaban, Indonesia
3. Program Studi Informatika, Universitas Peradaban, Indonesia
Email: sigitrimbaatmojo@gmail.com

Abstract
Students' understanding of three-dimensional geometric concepts at SD Ta'allumul Huda Bumiayu remains relatively low, primarily due to the limited availability of visual learning media. The purpose of this training activity is to introduce the use of Augmented Reality (AR) applications as an interactive learning tool. The program was implemented in three stages: preparation, implementation, and evaluation. In the preparation stage, a site survey and development of learning materials were conducted. During the implementation stage, the team presented geometry lessons using AR media to fifth-grade students. The evaluation stage involved data collection and analysis, conducted through observation, semi-structured interviews, and student perception questionnaires. The results indicated an increase in student engagement and understanding of spatial concepts. A total of 93% of students stated that the material was more engaging, while 87% reported improved comprehension of the elements and properties of geometric shapes. Teachers also found the AR media to be practical and aligned with learning objectives. These findings suggest that the use of AR technology serves as an innovative solution to enhance contextual learning quality in primary school mathematics education.
Keywords: Augmented Reality (AR); Solid Geometry; Learning Media.

Abstrak
Pemahaman siswa terhadap konsep bangun ruang di SD Ta'allumul Huda Bumiayu masih tergolong rendah, terutama disebabkan oleh keterbatasan media visual yang tersedia. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan aplikasi *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran interaktif. Program dilaksanakan melalui tiga tahap yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan kami melakukan survei tempat serta persiapan bahan materi. Tahap pelaksanaan, tim memberikan paparan materi pelajaran bangun ruang dengan media AR di kelas V. Tahap evaluasi dilakukan pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, dan angket persepsi siswa. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan keterlibatan siswa serta pemahaman terhadap konsep bangun ruang. Sebanyak 93% siswa menyatakan materi menjadi lebih menarik, dan 87% mengaku lebih mudah memahami unsur serta sifat bangun ruang. Guru juga menilai media AR praktis dan relevan dengan tujuan pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi AR dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kontekstual di sekolah dasar terutama pada mata pelajaran matematika.
Kata Kunci: *Augmented Reality (AR),* Bangun Ruang, Media Pembelajaran

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital menuntut metode pembelajaran yang lebih menarik agar siswa tidak cepat bosan. Tantangan bagi guru dalam memanfaatkan teknologi sebagai media ajar untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Salah satu inovasi digital yang mendapat perhatian saat ini adalah pemanfaatan teknologi

Augmented Reality (AR) dalam kegiatan belajar mengajar. AR memungkinkan integrasi antara lingkungan nyata dengan objek virtual secara simultan, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif bagi peserta didik (Chen et al., 2023). Studi terkini menunjukkan bahwa penerapan AR dalam pembelajaran efektif dalam membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak, terutama pada bidang sains dan matematika yang menuntut kemampuan visualisasi tinggi (Alkhateeb & Farid, 2024).

Konsep geometri bangun ruang sering menjadi tantangan bagi siswa sekolah dasar, khususnya ketika harus memahami karakteristik dan struktur bangun ruang tiga dimensi yang bersifat abstrak. Pendekatan pembelajaran konvensional yang mengandalkan buku teks dan penjelasan lisan sering kali tidak cukup efektif dalam menyampaikan konsep-konsep tersebut secara konkret. Teknologi *Augmented Reality* (AR) menawarkan pendekatan inovatif dengan menghadirkan visualisasi interaktif yang mampu meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa terhadap materi yang kompleks. Melalui aplikasi AR, siswa dapat berinteraksi langsung dengan model tiga dimensi, yang memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi bentuk, struktur, dan hubungan spasial secara lebih mendalam. Siswa dapat mengamati rotasi objek geometri atau menelusuri bagian-bagian internal dari struktur ilmiah secara visual. Pendekatan ini telah terbukti mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, kontekstual, dan imersif (Zhao et al., 2024; Lin & Chien, 2023).

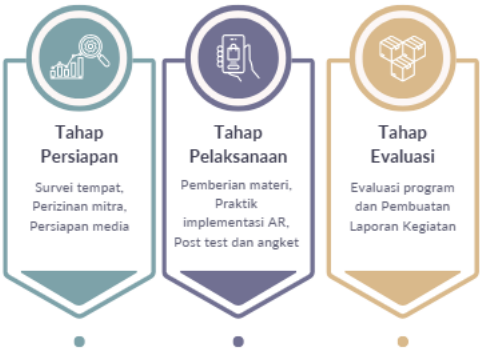
Hasil penelitian terkait aplikasi AR pada jenjang sekolah dasar menunjukkan bahwa integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran geometri, khususnya bangun ruang secara konsisten berdampak positif terhadap peningkatan motivasi dan capaian belajar siswa. Penerapan AR dalam dua siklus pembelajaran menghasilkan rata-rata peningkatan nilai post-test hingga lebih dari 80%, menandakan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa terhadap materi (Kim et al., 2023). Selain itu, AR terbukti mampu mengoptimalkan motivasi belajar berdasarkan empat dimensi dalam model ARCS yakni perhatian, relevansi, kepercayaan diri, dan kepuasan dengan hasil yang menunjukkan signifikansi secara statistik (Rahman & Chen, 2024). Sebuah tinjauan sistematis terhadap 44 publikasi pendidikan dasar bahkan menegaskan bahwa visualisasi interaktif melalui AR secara umum mampu menurunkan beban kognitif dan meningkatkan keterlibatan siswa secara keseluruhan (Park et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi di SD Ta’allumul Huda Bumiayu, ditemukan kendala utama yaitu siswa kesulitan memahami materi bangun ruang karena bersifat abstrak, sehingga memerlukan media yang dapat merangsang imajinasi dan representasi visual. Selain itu, keterbatasan media pembelajaran guru juga berdampak terhadap pemahaman dan keterlibatan siswa. Berdasarkan keberhasilan berbagai hasil studi terkait integrasi media *Augmented Reality* (AR), sehingga program pengabdian ini berfokus pada siswa kelas V SD Ta’allumul Huda Bumiayu dengan harapan dapat memberikan dampak serupa, yaitu meningkatkan keterampilan digital dan motivasi belajar siswa melalui penerapan AR dalam pembelajaran matematika.

Pengabdian ini berfokus pada peningkatan pemahaman dan keterlibatan siswa sekolah dasar Islam terhadap materi bangun ruang matematika melalui pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR). Kegiatan ini bertujuan untuk membekali guru dan siswa dengan keterampilan dalam menggunakan AR sebagai media pembelajaran interaktif, khususnya dalam menjelaskan konsep-konsep bangun ruang yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan. Dengan adanya pelatihan dan pendampingan, guru diharapkan mampu mengintegrasikan teknologi ini ke dalam proses pembelajaran sehingga materi menjadi lebih menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Selain itu, program ini juga mendorong peningkatan literasi teknologi di kalangan siswa sejak dini melalui pengalaman langsung dalam menggunakan perangkat digital untuk pembelajaran. Kemampuan ini penting untuk menumbuhkan pola belajar yang kreatif dan kolaboratif. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini mendukung upaya sekolah dalam menerapkan teknologi untuk meningkatkan kualitas pendidikan yang sesuai dengan tuntutan era digital.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berlokasi di SD Ta'allumul Huda Bumiayu Brebes Jawa Tengah. Kegiatan dilakukan selama satu hari yaitu pada tanggal 28 Mei 2025 pukul 09.00 WIB sampai 11.00 WIB. Metode yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Metode Kegiatan PKM di SD Ta'allumul Huda Bumiayu

Berdasarkan gambar 1 diatas, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif, yang menekankan keterlibatan aktif guru dan siswa dalam seluruh tahapan program. Sasaran kegiatan adalah guru dan siswa kelas V di SD Islam Ta'allumul Huda Bumiayu, dengan fokus utama pada peningkatan pemahaman konsep bangun ruang serta keterlibatan siswa dalamproses pembelajaran melalui pemanfaatan media *Augmented Reality* (AR).

Metode pelaksanaan terdiri atas tiga tahap utama, yaitu (1) persiapan, (2) pelaksanaan, dan (3) evaluasi.

1. Tahap Persiapan

   Pada tahap ini, dilakukan observasi awal untuk mengidentifikasi permasalahan dalam proses pembelajaran matematika, khususnya materi bangun ruang. Tim

PKM juga melakukan koordinasi dengan pihak sekolah dan guru kelas terkait kebutuhan teknis dan kesiapan infrastruktur. Selanjutnya, disusun perangkat pembelajaran yang meliputi aplikasi bangun ruang berbasis AR serta panduan penggunaan aplikasi AR. Selain itu, dilaksanakan pelatihan singkat kepada guru mengenai penggunaan teknologi AR dalam kegiatan pembelajaran, termasuk pengoperasian perangkat lunak AR dan strategi integrasinya dalam proses mengajar.

2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam satu sesi pembelajaran di kelas V. Materi yang diajarkan mencakup berbagai bentuk bangun ruang seperti kubus, balok, prisma, dan limas. Guru memanfaatkan aplikasi AR untuk menampilkan model bangun ruang tiga dimensi secara *real-time* menggunakan perangkat tablet atau *smartphone*. Siswa diberi kesempatan untuk mengeksplorasi objek 3D tersebut secara langsung, memperhatikan unsur-unsur bangun ruang seperti rusuk, titik sudut, dan bidang sisi. Selama proses berlangsung, tim PKM melakukan pendampingan untuk membantu guru dalam mengintegrasikan media AR ke dalam pembelajaran secara efektif dan sesuai dengan tujuan kurikulum.

3. Tahap Evaluasi

Evaluasi kegiatan dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengetahui efektivitas implementasi AR dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Instrumen yang digunakan meliputi observasi keterlibatan siswa, wawancara semi-terstruktur dengan guru, serta angket persepsi siswa terhadap pembelajaran berbasis AR. Data yang diperoleh dianalisis untuk melihat perubahan perilaku belajar siswa, peningkatan minat belajar, serta persepsi guru terhadap kemudahan dan relevansi penggunaan media AR dalam pembelajaran matematika.

Metode ini diharapkan tidak hanya meningkatkan hasil belajar siswa pada materi bangun ruang, tetapi juga mendorong literasi teknologi di lingkungan sekolah dasar berbasis keagamaan. Integrasi teknologi seperti AR ke dalam proses belajar mengajar sejalan dengan tuntutan transformasi pendidikan abad ke-21 yang menekankan pembelajaran kontekstual, interaktif, dan berbasis digital (Susanto & Nugroho, 2023; Alkhateeb & Farid, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan di SD Ta’allumul Huda Bumiayu Brebes Jawa Tengah. Kegiatan ini dilaksanakan secara luring di Ruang Kelas V Lantai 2 pada tanggal 28 Mei 2025 pukul 09.00 - 11.00 WIB. Adapun jumlah dari siswa-siswi yang kami ajarkan sebanyak 32. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah agar dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan belajar siswa dalam memahami konsep bangun ruang matematika.

Berikut susunan detail penyampaian materi bangun ruang integrasi AR yang kami ajarkan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

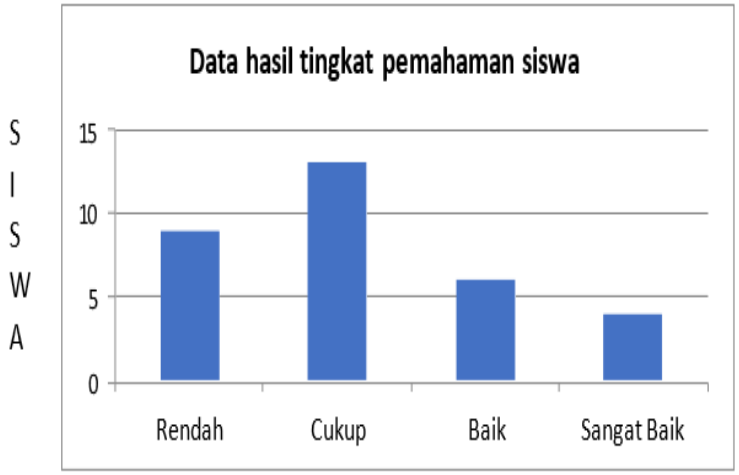
MATERI PELATIHAN	DURASI	MENTOR
Pengenalan diri dari semua mentor yang terdiri dari 5 mentor	5 menit	Seluruh Mentor
Memberikan pre-test	5 menit	Seluruh Mentor
Memberikan penjelasan awal tentang materi bangun ruang, seperti sifat dan unsur-unsur bangun ruang	10 menit	Eka dan Sigit
Memberikan pengarahan petunjuk teknis penggunaan aplikasi serta penginstalan aplikasi di setiap gawai siswa	10 menit	Aeni dan Asep
Praktik penggunaan aplikasi AR dalam pembelajaran untuk memahami sifat dan unsur bangun ruang	30 menit	Seluruh Mentor
Memberikan post-test	5 menit	Seluruh Mentor
Tanya jawab serta penutup	5 menit	Seluruh Mentor

Tabel 1. Pembagian Materi PKM

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan di SD Ta'allumul Huda berlangsung dengan baik dan memberikan kontribusi positif bagi peningkatan kualitas pembelajaran, baik dari sisi guru maupun siswa. Kegiatan diawali dengan proses observasi untuk mengidentifikasi kebutuhan dan hambatan yang dihadapi dalam pengajaran mata pelajaran matematika. Berdasarkan temuan tersebut, tim pengabdian menyelenggarakan pelatihan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) guna meningkatkan kompetensi guru serta keterlibatan siswa dalam mengintegrasikan media digital interaktif ke dalam proses pembelajaran. Pelatihan ini mendapat sambutan positif dari guru dan siswa, yang merasa terbantu dengan pendekatan baru dalam menyampaikan materi bangun ruang secara lebih menarik dan mudah dipahami.

Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian pre-test untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep bangun ruang sebelum menerapkan

pembelajaran menggunakan media *Augmented Reality* (AR). Berikut data yang diperoleh saat pre-test dalam mengetahui tingkat pemaahaman siswa.



Gambar 2. Hasil Rekapitulasi Pre-test

Berdasarkan gambar 2 diagram tersebut, tingkat pemahaman belajar konsep bangun ruang pada 32 siswa dalam kriteria rendah mencapai 8 siswa, dan siswa yang memiliki pemahaman belajar cukup mencapai 13 siswa, sedangkan siswa yang memiliki pemahaman belajar baik mencapai 7 siswa dan untuk anak yang memiliki pemahaman sangat baik 4 siswa. Jadi pencapaian pemahaman siswa dalam memahami konsep bangun ruang masih rendah. Alasan siswa kenapa banyak yang mempunyai tingkat pemahaman belajar yang rendah, ternyata siswa jarang menerapkan pembelajaran mengguanakan media-media yang mampu mevisualisasikan bentuk-bentuk bangun ruang yang abstrak. Oleh karena itu, tim pengabdian mengaharapkan dalam menerapkan media *Augmented Reality* (AR) mampu meningkatkan pemahaman siswa dalam belajar materi bangun ruang.

Setelah perencanaan maka tim PKM mulai melakukan pelaksanaan, sebelum pembelajaran dimulai, tim memperkenalkan diri, serta memberikan materi apersepsi awal tentang konsep bangun ruang. Kegiatan dilanjutkan dengan memberikan pengarahan pemakaian aplikasi serta persiapan pemasangan di gawai setiap siswa. Disini siswa-siswa sangat bersemangat dan antusias untuk mulai pembelajaran. Siswa mulai mengikuti tutorial, menggunakan gawai mereka untuk scan beberapa gambar bangun ruang dan akan tampak di gawai siswa secara 3D sehingga siswa dapat melihat secara jelas sifat, unsur dan jaring-jaring bangun ruang tersebut. Selanjutnya peneliti mulai melakukan pengamatan dalam bentuk lembaran angket persepsi dengan mengajukan pertanyaan kepada anak sesuai indikator pemahaman dan keterlibatan siswa dan dari hasil jawaban siswa maka tim mudah untuk interprestasi masing-masing siswa. Berikut hasil pengamatan.

No	Indikator Penilaian	Persentase Siswa (%)	Jumlah Siswa	Keterangan
1	Materi bangun ruang lebih menarik dengan media AR	93%	30 siswa	Mayoritas siswa merasa lebih tertarik
2	Lebih mudah memahami unsur dan sifat bangun ruang	87%	28 siswa	Visualisasi AR membantu pemahaman konsep
3	Siswa lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran	90%	29 siswa	Keterlibatan meningkat melalui interaksi digital

Tabel 2. Hasil Persepsi Siswa terhadap Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis AR

Tabel diatas menyajikan data persepsi siswa terhadap penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran materi bangun ruang. Data diperoleh melalui angket yang diisi oleh 32 siswa setelah mengikuti sesi pembelajaran berbasis AR. Tiga indikator utama diukur, yakni ketertarikan terhadap materi, kemudahan memahami konsep, dan keterlibatan dalam pembelajaran.

Ketertarikan terhadap Materi (93%), sebanyak 30 siswa menyatakan bahwa materi bangun ruang menjadi lebih menarik ketika disajikan menggunakan media AR. Hal ini menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi mampu meningkatkan daya tarik pembelajaran dan memunculkan rasa ingin tahu siswa terhadap materi yang diajarkan.

Kemudahan memahami konsep (87%). Sebanyak 28 siswa merasa lebih mudah memahami unsur dan sifat bangun ruang. Penggunaan teknologi AR memungkinkan siswa melihat bentuk, sudut, bidang, dan sisi bangun ruang secara nyata dan interaktif. Hal ini memfasilitasi pemahaman konsep abstrak yang sebelumnya sulit dibayangkan melalui metode konvensional.

Keterlibatan aktif dalam pembelajaran (90%). Sebanyak 29 siswa merasa lebih aktif dan terlibat selama pembelajaran berlangsung. Hal ini mencerminkan bahwa AR tidak hanya meningkatkan pemahaman, tetapi juga memotivasi siswa untuk berpartisipasi secara aktif. Interaksi digital yang ditawarkan AR membuka ruang eksplorasi yang mendorong siswa untuk belajar secara mandiri maupun kolaboratif.

Berdasarkan data tersebut, dijelaskan bahwa penggunakan media *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan belajar 32 siswa yang telah dilakukan dalam proses pembelajaran. Peningkatan tingkat pemahaman siswa dapat dilihat dari data pre-test dan hasil pengamatan menunjukkan siswa lebih mudah memahami unsur dan sifat bangun ruang. Hal ini juga di dukung dengan hasil pengamatan yang menunjukkan melalui media AR materi bangun ruang lebih menarik sehingga mampu meningkatkan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran. Berikut beberapa gambar ketika proses pembelajaran dengan media AR.



Gambar 3. Tim memberikan penjelasan awal



Gambar 4. Siswa mulai praktik penggunaan media AR dalam pembelajaran bangun ruang

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa penggunaan media *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran sangat membantu guru dalam meningkatkan pemahaman serta menumbuhkan motivasi keterlibatan siswa. Media ini tidak hanya membuat proses belajar lebih menarik, tetapi juga mengurangi kebosanan yang sering dialami siswa dalam kegiatan pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan hasil studi oleh Atikah et al. (2023), yang mencatat peningkatan kemampuan kognitif sebesar 19,94% pada anak usia 5–6 tahun setelah menggunakan media pembelajaran berbasis AR. Hal ini membuktikan bahwa teknologi AR efektif dalam mendukung perkembangan belajar siswa, terutama dalam aspek motivasi dan kognitif.

Lebih lanjut, penelitian Ode et al. (2023) juga mengungkapkan bahwa AR memiliki dampak positif terhadap seluruh aspek perkembangan siswa, termasuk kognitif, bahasa,

fisik-motorik, moral-agama, sosial-emosional, dan seni. Guru memberikan respons yang sangat baik terhadap pemanfaatan media ini, dan aktivitas belajar siswa menunjukkan hasil yang sangat aktif dan positif. Namun demikian, terdapat beberapa kendala dalam implementasi AR, terutama pada aspek teknis dan konten. Desain visual yang kurang menarik bagi siswa, keterbatasan materi AR yang sesuai dengan karakteristik peserta didik, serta kebutuhan pelatihan guru dalam mengoperasikan teknologi AR masih menjadi tantangan yang perlu diatasi (Sakban, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengoptimalkan konten dan infrastruktur pendukung agar media AR dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam pembelajaran anak usia dini.

SIMPULAN

Dari kegiatan PKM yang dilakukan di SD Ta'allumul Huda tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran berhasil meningkatkan kualitas pendidikan di sekolah tersebut. Melalui pelatihan yang diberikan, guru dan siswa dapat memanfaatkan teknologi AR untuk menyajikan materi pembelajaran secara lebih interaktif dan menarik, yang pada gilirannya meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Siswa menjadi lebih aktif dalam proses belajar karena teknologi AR memungkinkan mereka untuk melihat visualisasi konsep-konsep yang sulit dipahami dalam bentuk tiga dimensi. Selain itu, kegiatan ini juga berhasil memberdayakan guru untuk mengembangkan keterampilan baru dalam menggunakan teknologi, yang meningkatkan rasa percaya diri mereka dalam mengajar. Penerapan AR membantu menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan dinamis, serta meningkatkan keterampilan digital siswa yang sangat relevan dengan kebutuhan pendidikan di era digital.

SARAN

Meskipun demikian, terdapat beberapa rekomendasi untuk memperluas penggunaan teknologi ini dengan menyediakan lebih banyak perangkat AR dan memberikan pelatihan lanjutan untuk guru agar mereka dapat terus mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran kegiatan implementasi *Augmented Reality* (AR) di SD Ta'allumul Huda Bumiayu. Terima kasih kepada Kepala Sekolah, Guru Kelas, serta Kepala Bagian Tata Usaha Sekolah, atas dukungan dan izin yang telah diberikan sehingga kegiatan PKM ini dapat terlaksana. Apresiasi juga ditujukan kepada siswa-siswi kelas V atas antusiasme dan partisipasi aktif mereka selama kegiatan berlangsung. Terima kasih kepada Universitas Peradaban atas dukungan institusional dan seluruh bentuk perizinan yang telah diberikan. Tidak lupa, terima kasih ditujukan kepada seluruh tim PKM yang terdiri dari Dosen dan

Mahasiswa yang telah bekerja sama dengan penuh semangat sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Chen, X., Wang, Y., & Lin, C. (2023). The Effect of Augmented Reality on Student Learning Outcomes in Science Education: A Meta-Analysis. Computers & Education, 195, 104726. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104726

[2] Alkhateeb, M., & Farid, A. (2024). Integrating Augmented Reality in Elementary Science Classrooms: Impacts on Conceptual Understanding and Engagement. International Journal of STEM Education, 11(1), 13. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00403-9

[3] Zhao, Y., Liu, Y., & Xu, H. (2024). Augmented Reality in Elementary Geometry Education: Enhancing Spatial Understanding through Immersive Learning. British Journal of Educational Technology, 55(1), 45–60. https://doi.org/10.1111/bjet.13342

[4] Lin, T.-J., & Chien, Y.-T. (2023). The Effects of AR-Based Learning Environments on Elementary Students' Conceptual Understanding in Science and Math. Journal of Educational Computing Research, 61(4), 987–1006. https://doi.org/10.1177/07356331221149855

[5] Kim, H. J., Park, Y., & Lee, S. (2023). Enhancing Elementary Students' Geometry Achievement through Augmented Reality-Based Learning. Educational Technology Research and Development, 71(5), 1245–1262. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10291-7

[6] Rahman, A., & Chen, Y. (2024). The Role of Augmented Reality in Motivating K-12 Learners: An Empirical Study Using the ARCS Model. Journal of Interactive Learning Research, 35(2), 201–219. https://doi.org/10.4018/jilr.20240401.oa11

[7] Park, M., Zhou, X., & Tan, C. (2024). A Systematic Review of Augmented Reality in K–12 Education: Cognitive and Motivational Impacts. Computers & Education, 205, 104878. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104878

[8] Susanto, H., & Nugroho, Y. (2023). Penerapan Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman Bangun Ruang di Sekolah Dasar. Jurnal Abdimas Kreatif, 5(2), 101–109. https://doi.org/10.1234/jakreatif.v5i2.876

[9] Alkhateeb, M., & Farid, A. (2024). Integrating AR into Primary Mathematics Classrooms: Enhancing Engagement and Spatial Reasoning. International Journal of STEM Education, 11(1), 13. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00403-9

[10] Atikah, S., Darmawan, R., & Nurjanah, R. (2023). Penerapan Media Augmented Reality untuk Meningkatkan Kognitif Anak Usia Dini. Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Indonesia, 8(1), 55–64.

[11] Ode, L., Wulandari, S., & Subhan, H. (2023). Efektivitas Media AR dalam Pembelajaran AUD terhadap Perkembangan Anak Usia Dini. Jurnal Obsesi: Jurnal

Pendidikan Anak Usia Dini, 7(4), 1231–1240.

[12] Sakban, R. (2024). Tantangan Implementasi Augmented Reality dalam Pembelajaran PAUD: Studi Kasus pada Guru TK di Wilayah Timur Indonesia. Jurnal PAUD Nusantara, 2(1), 45–52