



Pelatihan dan Pendampingan Guru dalam Menghadapi Era Metaverse: Meningkatkan Pemahaman Teknologi Imersif untuk Pembelajaran yang Inovatif

Kharisma Naidi Warnanda Sabgini¹, Santi Prastiyowati *)¹, Yaris Adhial Fajrin ²

¹Prodi Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia.

²Prodi Hukum, Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia

*)Corresponding author, prastiyowati@umm.ac.id

Revisi 17/04/2026;
Diterima 17/04/2026;
Publish 25/04/2026

Kata kunci: era metaverse, pembelajaran inovatif, teknologi imersif

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi kepada para guru sekolah dasar Indonesia Interaktif Standard School (IISS) Malang dalam memanfaatkan teknologi imersif, yaitu Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), dan Mixed Reality (MR), untuk mendukung pembelajaran inovatif. Urgensi kegiatan ini berawal dari adanya kesenjangan pemahaman teknologi antara guru sebagai digital immigrant dan siswa sebagai digital native, yang berpotensi menghambat optimalisasi pembelajaran berbasis teknologi digital. Kegiatan ini dilakukan melalui program sosialisasi, pelatihan tentang konsep Metaverse dan teknologi imersif, seminar interaktif, demonstrasi, simulasi, dan praktik terbimbing, dengan evaluasi berdasarkan observasi dan diskusi reflektif. Hasil pelaksanaan kegiatan menunjukkan meningkatnya pemahaman konseptual guru dan kesiapan awal untuk memadukan teknologi imersif ke dalam ruang kelas. Guru menunjukkan keterlibatan yang baik dan kemampuan untuk merancang skenario pembelajaran imersif berbasis teknologi yang sesuai untuk pendidikan dasar. Dukungan yang kuat dari manajemen sekolah berkontribusi pada keberlanjutan program. Program ini diharapkan berperan sebagai model awal bagi perpaduan teknologi imersif yang kontekstual dan berlanjut pada tingkat pendidikan dasar.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2026 by author (s)

PENDAHULUAN

Analisis Situasi

Perkembangan pesat dalam teknologi digital telah membuka peluang transformatif dalam pendidikan, salah satunya melalui Metaverse, sebuah lingkungan virtual tiga dimensi yang menyatukan interaksi sosial, ekonomi, dan edukatif dengan representasi digital seperti avatar

dan didukung oleh teknologi imersif seperti Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), dan Mixed Reality (MR) (Wulan, 2023; Zheng & Bian, 2023). Meskipun potensi inovatifnya besar, di SD Indonesia Interaktif Standard School (IISS) Malang, sebagian besar guru masih memiliki pemahaman terbatas terkait konsep dan aplikasi teknologi ini, sementara siswa sebagai generasi digital native menunjukkan adaptabilitas lebih tinggi. Kondisi ini menciptakan kesenjangan digital yang dapat menghambat efektivitas proses belajar mengajar (Bailenson, 2018).

Secara teori, teknologi imersif mendekatkan pengalaman belajar ke dalam dimensi multisensorik, di mana pengguna merasa "hadir" dalam lingkungan virtual, sehingga memperdalam pemahaman konsep abstrak serta meningkatkan keterlibatan kognitif dan afektif (Essoe dkk., 2022; Mallek dkk., 2024; Seenathmol, 2024). Berbagai kajian sistematis telah menunjukkan bahwa integrasi AR, VR, (Mallek et al., 2024) dan MR dalam pembelajaran mendorong keterlibatan aktif siswa, memperkuat berpikir kritis, dan merangsang kreativitas melalui pengalaman belajar yang imersif (Jantanukul, 2024; Vashisht, 2024; Wang dkk., 2022). Bahkan dalam konteks interaksi pendidikan tinggi, MR telah terbukti menggabungkan struktur virtual dengan dunia nyata, memberikan manfaat ganda berupa keterlibatan mendalam dan pemahaman yang lebih baik (Jantanukul, 2024; Ramadani & Mustafa, 2025).

Namun demikian, tantangan infrastruktur dan kompetensi tetap menjadi hambatan utama. Sejumlah studi sistematis menunjukkan bahwa adopsi teknologi seperti Metaverse dalam pendidikan masih terbatas, meski penggunaannya terus meningkat di berbagai tingkatan pendidikan (Vidak dkk., 2024). Untuk mendorong integrasi teknologi ini secara efektif, pelatihan dan pendampingan sistematis kepada guru merupakan langkah krusial, sehingga mereka tidak hanya memahami konsep Metaverse, tetapi juga mampu merancang dan menerapkannya secara mandiri dalam proses belajar-mengajar.

Berdasarkan kajian pustaka, penelitian sistematis mengenai Metaverse Technologies in Education dengan menggunakan protokol PRISMA menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi metaverse dalam dunia pendidikan mengalami perkembangan signifikan dalam kurun waktu 2012–2022. Berbagai bentuk teknologi, seperti AR, VR, dan virtual world, telah diklasifikasikan dan dievaluasi dalam konteks pembelajaran, dengan temuan bahwa AR dan VR menjadi teknologi yang paling dominan dalam membantu visualisasi konsep abstrak serta meningkatkan interaktivitas proses belajar (Samala dkk., 2023). Selanjutnya, sebuah artikel pada Educational Technology Research & Development mengkaji secara mendalam peran AR, VR, dan MR di pendidikan tinggi. Melalui kerangka PICO dan prosedur seleksi PRISMA, penelitian tersebut menegaskan bahwa AR mampu menghadirkan konten digital di dunia nyata, VR menawarkan pengalaman digital sepenuhnya, dan MR mengintegrasikan keduanya untuk menciptakan lingkungan belajar interaktif yang mampu memperkaya pengalaman peserta didik (Balalle, 2025). Temuan ini menjadi landasan ilmiah dalam pengembangan kegiatan pengabdian yang memanfaatkan teknologi imersif untuk mendukung pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Dari pandangan perkembangan profesi guru, perpaduan teknologi yang efektif dirancang untuk berkelanjutan, pembelajaran-berorientasi praktis, dibandingkan dengan instruksi jangka-pendek (Lee dkk., 2023; Paulus dkk., 2020). Teori pembelajaran dewasa (andragogi) menekankan bahwa guru akan belajar dengan sangat baik pada saat pelatihan yang diadakan relevan dengan konteks profesionalnya, problem-centered, dan memungkinkan peluang untuk refleksi dan pengalaman (Terehoff, 2002; Paradiso-Testa, 2022; Zepeda dkk., 2014). Sejalan dengan pandangan ini, program pengembangan profesional yang menggabungkan pembelajaran kolaboratif dan mentoring terbukti memunculkan perubahan instruksional yang bertahan lama, terutama dalam kaitannya dengan teknologi yang diadopsi dalam pendidikan (Cirkony dkk., 2024; Koul dkk., 2024; Yirci dkk., 2023).

Lebih jauh, perpaduan dari teknologi imersif dijelaskan melalui kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). TPACK menegaskan bahwa teknologi dengan enhanced teaching muncul dari interaksi dinamis antar pengetahuan konten guru, pengetahuan pedagogis, dan pengetahuan teknologi (Tseng dkk., 2022). Dalam konteks pembelajaran berbasis Metaverse, guru dituntut untuk tidak saja memahami bagaimana teknologi imersif berfungsi, tetapi bagaimana mereka dapat berjalan bersama secara pedagogis dengan tujuan pembelajaran dan materi pelajaran (Ghoulam & Bouikhalene, 2024; Onu dkk., 2024). Pelatihan dan program mentoring yang berakar dari kerangka TPACK dapat memfasilitasi kecakapan guru untuk merancang pengalaman belajar imersif yang bermakna, dibandingkan dengan mereka yang hanya mengangkat teknologi untuk kebaruannya.

Dalam kaitannya dengan teori pembelajaran, nilai pedagogis teknologi imersif sangat terkait erat dengan teori konstruktivis dan pembelajaran eksperimental. Konstruktivis menekankan bahwa pembelajar secara aktif membentuk pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungannya (Do dkk., 2023), sedangkan pembelajaran eksperimental mengutamakan pembelajaran melalui pengalaman langsung dan refleksi (Cherry, 2026; Juhi & Kandra, 2019). Lingkungan imersif dimungkinkan oleh keberadaan AR, VR, dan MR yang memberikan pembelajar kesempatan untuk mengeksplorasi, memanipulasi, dan berinteraksi dengan representasi virtual dari fenomena dunia-nyata (Fitrianto & Saif, 2024; Gardner & Elliott, 2014). Lingkungan tersebut mendukung pemahaman konseptual yang lebih mendalam, terutama untuk topik yang abstrak maupun kompleks, dengan menempatkan pembelajaran dalam konteks yang autentik dan menarik.

Solusi dan Target

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, program pengabdian ini menawarkan solusi berupa Model Pendampingan TPACK-Imersif. Solusi ini berfokus pada integrasi kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) yang memastikan guru tidak hanya mahir secara teknis, tetapi juga mampu menyelaraskan teknologi dengan konten kurikulum dan strategi pedagogis yang tepat (Tseng dkk., 2022).

Target luaran dari kegiatan ini meliputi:

1. Peningkatan Literasi Digital: Guru dapat memahami perbedaan fundamental dan potensi edukasi dari VR, AR, dan MR di era Metaverse.
2. Keterampilan Praktis: Guru terampil mengoperasikan perangkat keras dan perangkat lunak imersif untuk menciptakan media pembelajaran mandiri.
3. Inovasi Instruksional: Terciptanya skenario pembelajaran yang mengintegrasikan pengalaman imersif sesuai dengan kebutuhan pendidikan dasar.
4. Keberlanjutan Program: Adanya komitmen manajemen sekolah untuk mengadopsi teknologi imersif sebagai bagian dari lingkungan pembelajaran inovatif yang berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk mengatasi permasalahan mitra, tahapan pelaksanaan meliputi:

1. Sosialisasi Program

Tahap awal ini bertujuan memperkenalkan program kepada pihak mitra, menjelaskan tujuan, manfaat, dan mekanisme kegiatan yang akan dilaksanakan, serta membangun komitmen partisipasi aktif. Kegiatan meliputi:

-
- a) Rapat koordinasi awal dengan kepala sekolah dan guru untuk memaparkan latar belakang, tujuan, dan manfaat program.
 - b) Pemaparan rencana kegiatan mulai dari pelatihan hingga pendampingan, termasuk jadwal, peran masing-masing pihak, dan target luaran.
 - c) Diskusi kebutuhan mitra (*needs assessment*) untuk mengidentifikasi topik pelatihan yang relevan dan menyesuaikan materi dengan konteks lokal sekolah.
 - d) Persiapan teknis seperti penjadwalan, penentuan lokasi, dan pembagian tugas awal.
- Partisipasi mitra: Guru dan kepala sekolah memberikan masukan terkait kebutuhan spesifik, menyediakan waktu dan tempat kegiatan, serta mengoordinasikan peserta pelatihan.

2. Workshop Pengenalan Konsep Metaverse dan Teknologi Imersif

Dalam workshop ini, peserta akan mendapatkan pemaparan komprehensif mengenai konsep dasar Metaverse dan teknologi imersif, meliputi VR, AR, dan MR. Materi diawali dengan pengenalan definisi dan karakteristik masing-masing teknologi, disertai contoh implementasi nyata dalam konteks pendidikan abad ke-21. Selanjutnya, peserta diajak memahami tren perkembangan teknologi imersif secara global, peluang dan tantangan penerapannya di sekolah, serta urgensi kesiapan guru dalam menghadapi transformasi pembelajaran di era Metaverse.

Workshop juga menyajikan studi kasus dan video interaktif untuk memperlihatkan potensi integrasi teknologi ini dalam meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan hasil belajar siswa.

Partisipasi Mitra: Guru dan pihak sekolah mengikuti workshop untuk mempelajari konsep Metaverse, teknologi imersif (VR, AR, MR), dan penerapannya dalam pembelajaran. Mereka terlibat dalam diskusi tentang peluang dan tantangan teknologi ini di sekolah dan memberikan masukan terkait kebutuhan teknologi untuk pembelajaran.

3. Pelatihan Pemanfaatan dan Integrasi Teknologi Imersif dalam Pembelajaran

Pelatihan ini dirancang untuk membekali guru mitra dengan keterampilan praktis dalam mengintegrasikan teknologi imersif ke dalam pembelajaran. Peserta tidak hanya mempelajari konsep dasar dan aplikasinya, tetapi juga berkesempatan mencoba langsung perangkat dan mengembangkan media pembelajaran sesuai bidang ajar. Kegiatan dilakukan secara interaktif melalui kombinasi penjelasan, demonstrasi, dan praktik terarah dengan pendampingan tim.

Partisipasi Mitra: Guru berlatih menggunakan teknologi imersif dan mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi sesuai mata pelajaran yang diajarkan. Mereka juga akan memberikan feedback tentang tantangan yang dihadapi dalam penerapan teknologi di kelas untuk meningkatkan efektivitas pelatihan.

4. Penerapan Teknologi

Guru mitra akan menerapkan media pembelajaran berbasis teknologi imersif yang telah dibuat pada proses belajar mengajar di kelas masing-masing. Langkah ini bertujuan menguji efektivitas media sekaligus meningkatkan keterampilan guru dalam integrasi teknologi.

Dalam hal ini, partisipasi mitra adalah mengimplementasikan media di kelas, mendokumentasikan proses, dan mengisi lembar observasi.

5. Pendampingan dan Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk memberikan dukungan berkelanjutan kepada guru mitra dalam mengimplementasikan teknologi VR/AR di kelas, serta untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi tersebut.

Partisipasi Mitra: Guru mitra melaksanakan penerapan teknologi imersif di kelas, serta mendokumentasikan proses pembelajaran dan hasil yang diperoleh. Mereka mengisi lembar observasi untuk merekam tantangan dan keberhasilan yang dihadapi selama penggunaan teknologi ini. Guru juga memberikan umpan balik terkait efektivitas media yang digunakan dalam meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Workshop Pengenalan Konsep Metaverse dan Teknologi Imersif telah terlaksana dengan baik melalui kerja sama antara tim pelaksana dengan Laboratorium Bahasa Universitas Muhammadiyah Malang (UMM). Kegiatan ini diikuti oleh Kepala Sekolah serta seluruh guru di lingkungan SD IISS Malang, yang menunjukkan komitmen institusi sekolah dalam meningkatkan kesiapan pendidik menghadapi transformasi pembelajaran di era digital. Workshop dipandu oleh Riski Lestiono, M.A., Ph.D., seorang pakar teknologi pendidikan dengan fokus pada pengembangan dan implementasi Metaverse dalam konteks pembelajaran.

Selama pelaksanaan workshop, peserta memperoleh pemahaman komprehensif mengenai konsep dasar Metaverse serta teknologi imersif yang meliputi VR, AR, dan MR. Materi disampaikan secara sistematis, dimulai dari definisi, karakteristik, dan perbedaan masing-masing teknologi, hingga contoh implementasi nyata dalam pembelajaran abad ke-21. Penyajian materi didukung dengan studi kasus, video interaktif, dan ilustrasi praktik baik yang relevan dengan konteks pendidikan dasar, sehingga memudahkan guru dalam mengaitkan konsep teknologi imersif dengan kebutuhan pembelajaran di kelas.



Gambar 1: Pemateri (Riski Lestiono, M.A, Ph.D) menyampaikan materi terkait Virtual Reality

Partisipasi Kepala Sekolah dalam kegiatan ini turut memperkuat perspektif manajerial dan kebijakan sekolah terkait adopsi teknologi pembelajaran inovatif. Masukan dari pihak sekolah dan guru menjadi data awal yang berharga untuk memetakan kebutuhan teknologi pembelajaran serta strategi implementasi Metaverse yang realistis dan kontekstual sesuai dengan kondisi sekolah dasar. Dengan demikian, workshop ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai forum reflektif untuk merumuskan arah pengembangan pembelajaran berbasis teknologi imersif di SD IISS Malang.



Gambar 2: Peserta langsung mencoba menggunakan Oculus sebagai implementasi dari VR

Secara keseluruhan, hasil pelaksanaan workshop menunjukkan respons yang sangat positif dari peserta. Guru menyatakan ketertarikan dan kesiapan awal untuk mengeksplorasi lebih lanjut penggunaan teknologi imersif sebagai media pembelajaran inovatif. Kegiatan ini menjadi langkah awal yang strategis dalam membangun kesadaran, literasi, dan kesiapan pendidik dalam menghadapi era Metaverse, sekaligus memperkuat kolaborasi antara institusi pendidikan sekolah dan perguruan tinggi dalam pengembangan pembelajaran abad ke-21.



Gambar 3: Peserta sangat antusias mengikuti demonstrasi VR

Selama pelaksanaan workshop, peserta memperoleh pemahaman komprehensif mengenai konsep dasar Metaverse serta teknologi imersif yang meliputi VR, AR, dan MR. Materi disampaikan secara sistematis, dimulai dari definisi, karakteristik, dan perbedaan masing-masing teknologi, hingga contoh implementasi nyata dalam pembelajaran abad ke-21. Penyajian materi didukung dengan studi kasus, video interaktif, dan ilustrasi praktik baik yang relevan dengan konteks pendidikan dasar, sehingga memudahkan guru dalam mengaitkan konsep teknologi imersif dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. sesuai dengan solusi dan target.

KESIMPULAN

Kegiatan pemanfaatan dan integrasi teknologi imersif dalam Pembelajaran merupakan tindak lanjut dari workshop pengenalan konsep Metaverse dan teknologi imersif yang telah dilaksanakan sebelumnya. Pada tahap ini, fokus kegiatan diarahkan pada implementasi langsung teknologi Vr, AR, dan MR dalam konteks pembelajaran di SD Indonesia Interaktif Standard School (IISS) Malang. Kegiatan ini bertujuan untuk menjembatani pemahaman konseptual guru dengan praktik nyata di kelas.

Dalam pelaksanaannya, guru didampingi untuk merancang skenario pembelajaran sederhana yang mengintegrasikan teknologi imersif sesuai dengan mata pelajaran dan karakteristik siswa sekolah dasar. Guru memanfaatkan perangkat yang tersedia, seperti smartphone, proyektor, serta aplikasi VR dan AR berbasis edukasi, untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih visual, interaktif, dan kontekstual. Contoh implementasi meliputi penggunaan AR untuk pengenalan objek sains dan lingkungan, serta VR untuk simulasi eksplorasi ruang dan tempat yang sulit dijangkau secara langsung.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa guru mampu menerapkan teknologi imersif sebagai media pendukung pembelajaran, bukan sekadar sebagai alat demonstrasi. Siswa terlihat lebih antusias dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran, sementara guru mulai memahami bagaimana teknologi imersif dapat meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan interaksi di kelas. Selama proses implementasi, dilakukan diskusi reflektif untuk mengevaluasi efektivitas pembelajaran, kendala teknis, serta penyesuaian strategi agar penggunaan teknologi tetap selaras dengan tujuan pembelajaran.

Melalui kegiatan ini, guru memperoleh pengalaman langsung dalam mengintegrasikan teknologi imersif ke dalam pembelajaran, sekaligus membangun kesiapan awal untuk pengembangan pembelajaran berbasis Metaverse secara berkelanjutan. Kegiatan ini menjadi langkah strategis dalam mendorong transformasi pembelajaran inovatif di SD IISS Malang, serta memperkuat peran guru sebagai agen perubahan dalam pemanfaatan teknologi pendidikan abad ke-21.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di SD IISS Malang telah terlaksana dengan baik dan memberikan hasil yang positif. Kegiatan ini berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan awal guru dalam mengenal serta menerapkan teknologi imersif, seperti VR, AR, dan MR, dalam pembelajaran. Permasalahan mitra terkait keterbatasan pengalaman penggunaan teknologi imersif dapat diatasi melalui rangkaian workshop, pelatihan, dan implementasi langsung di kelas.

Solusi yang diberikan terbukti efektif karena menggabungkan pemahaman konsep dengan praktik langsung serta didukung oleh modul dan panduan implementasi. Guru menjadi lebih percaya diri dan siap memanfaatkan teknologi imersif untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa. Selain itu, dukungan manajemen sekolah turut memperkuat keberhasilan kegiatan dan kesiapan sekolah dalam mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi digital.

Untuk menjaga keberlanjutan program, disarankan agar pendampingan guru dilakukan secara berkala agar kualitas penerapan teknologi imersif terus meningkat. Sekolah juga disarankan untuk secara bertahap menyediakan dan mengoptimalkan sarana pendukung pembelajaran berbasis teknologi imersif sesuai dengan kebutuhan.

Dengan demikian, pemanfaatan teknologi imersif perlu diintegrasikan ke dalam program kerja sekolah agar menjadi bagian dari praktik pembelajaran sehari-hari. Ke depan, program ini dapat dikembangkan dan direplikasi ke sekolah lain dengan karakteristik serupa, serta diperkuat melalui kolaborasi berkelanjutan antara sekolah dan perguruan tinggi untuk mendukung inovasi pembelajaran yang berdampak jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailenson, Jeremy. (2018). *Experience on Demand*. W. W. Norton & Company, Incorporated.
- Balalle, H. (2025). Learning beyond realities: exploring virtual reality, augmented reality, and mixed reality in higher education—a systematic literature review. *Discover Education*, 4(1), 151. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00559-7>
- Cherry, K. (2026, March). *The experiential learning theory of David Kolb understanding the four stages of learning*.
- Cirkony, C., Rickinson, M., Walsh, L., Gleeson, J., Salisbury, M., Cutler, B., Berry, M., & Smith, K. (2024). Beyond effective approaches: A rapid review response to designing professional learning. *Professional Development in Education*, 50(1), 24–45. <https://doi.org/10.1080/19415257.2021.1973075>
- Do, H.-N., Do, B. N., & Nguyen, M. H. (2023). How do constructivism learning environments generate better motivation and learning strategies? The Design Science Approach. *Heliyon*, 9(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22862>
- Essoe, J. K.-Y., Reggente, N., Ohno, A. A., Baek, Y. H., Dell'Italia, J., & Rissman, J. (2022). Enhancing learning and retention with distinctive virtual reality environments and mental context reinstatement. *Npj Science of Learning*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00147-6>
- Fitrianto, I., & Saif, A. (2024). The role of virtual reality in enhancing experiential learning: A comparative study of traditional and immersive learning environments. *International Journal of Post Axial*, 2(2), 1–14.
- Gardner, M. R., & Elliott, J. B. (2014). The immersive education laboratory: Understanding affordances, structuring experiences, and creating constructivist, collaborative processes, in mixed-reality smart environments. *EAI Endorsed Transactions on Future Intelligent Educational Environments*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.4108/fiee.1.1.e6>
- Ghoulam, K., & Bouikhalene, B. (2024). From classrooms to cyberspace: Understanding pedagogical approaches and outcomes in Metaverse learning environments. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4(1), 983–993. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.010>
-

- Jantanukul, W. (2024). Immersive reality in education: Transforming teaching and learning through AR, VR, and Mixed Reality Technologies. *Journal of Education and Learning Reviews*, 1(2), 51–62. <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.750>
- Juhi, B., & Kandra, T. P. S. (2019). Experiential learning enhances retention of knowledge for long term and helps in easy recalling for future aspects. *SSRN Electronic Journal*, 1–6. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3307730>
- Koul, R., Musikul, K., Nishikawa, S., & Almutawa, H. (2024). Mentoring in the development of science teaching self-efficacy among primary school teachers in Thailand: A mixed methods study. *Journal of Science Teacher Education*, 35(1), 44–62. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2179384>
- Lee, J., Topping, K., & Lakin, E. (2023). Technology-facilitated continuous professional development during a pandemic: A Hong Kong primary school case study. *RELC Journal*, 54(2), 376–393. <https://doi.org/10.1177/00336882231175239>
- Mallek, F., Mazhar, T., Faisal Abbas Shah, S., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. *PeerJ Computer Science*, 10, e2000. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2000>
- Onu, P., Pradhan, A., & Mbohwa, C. (2024). Potential to use metaverse for future teaching and learning. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8893–8924. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12167-9>
- Paradiso-Testa, M. (2022). A reflective essay of a conceptual model for self-directed learning for the adult learner. In *In book: Self-Directed Learning and the Academic Evolution From Pedagogy to Andragogy (pp.163-172)* (pp. 163–172). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7661-8.ch009>
- Paulus, M. T., Villegas, S. G., & Howze-Owens, J. (2020). Professional learning communities: Bridging the technology integration gap through effective professional development. *Peabody Journal of Education*, 95(2), 193–202. <https://doi.org/10.1080/0161956X.2020.1745610>
- Ramadani, R., & Mustafa, R. (2025). The impact of augmented reality (AR) and virtual reality (VR) technologies on the teaching process and preparing students for the future. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(3), 4062–4068. <https://doi.org/10.22399/ijcesen.2092>
- Samala, A. D., Usmeldi, Taali, Ambiyar, Bojic, L., Indarta, Y., Tsoy, D., Denden, M., Tas, N., & Dewi, I. P. (2023). Metaverse technologies in education: A systematic literature
-

-
- review using PRISMA. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(05), 231–252. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i05.35501>
- Seenathmol, N. (2024). Rethinking social science education through immersive technology: Exploring new paradigms for engagement and learning. *International Journal of Enhanced Research in Educational Development (IJERED)*, 12(6), 2320–8708.
- Terehoff, I. I. (2002). Elements of adult learning in teacher professional development. *NASSP Bulletin*, 86(632), 65–77. <https://doi.org/10.1177/019263650208663207>
- Tseng, J.-J., Chai, C. S., Tan, L., & Park, M. (2022). A critical review of research on technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in language teaching. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 948–971. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1868531>
- Vashisht, S. (2024). Enhancing learning experiences through augmented reality and virtual reality in classrooms. *2024 2nd International Conference on Recent Advances in Information Technology for Sustainable Development (ICRAIS)*, 12–17. <https://doi.org/10.1109/ICRAIS62903.2024.10811732>
- Vidak, A., Movre Šapić, I., Mešić, V., & Gomzi, V. (2024). Augmented reality technology in teaching about physics: a systematic review of opportunities and challenges. *European Journal of Physics*, 45(2), 1–43. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad0e84>
- Wang, Y., Lee, L.-H., Braud, T., & Hui, P. (2022). Re-shaping post-COVID-19 teaching and learning: A blueprint of virtual-physical blended classrooms in the metaverse era. *2022 IEEE 42nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW)*, 241–247. <https://doi.org/10.1109/ICDCSW56584.2022.00053>
- Wulan, A. P. (2023). Komik bergambar Timun Mas sebagai media pembelajaran menulis di era metaverse. *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 8, 42–48.
- Yirci, R., Karakose, T., Kocabas, I., Tülübaş, T., & Papadakis, S. (2023). A bibliometric review of the knowledge base on mentoring for the professional development of school administrators. *Sustainability*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043027>
- Zepeda, S. J., Parylo, O., & Bengtson, E. (2014). Analyzing principal professional development practices through the lens of adult learning theory. *Professional Development in Education*, 40(2), 295–315. <https://doi.org/10.1080/19415257.2013.821667>
-

Zheng, Y., & Bian, J. (2023). The potential of metaverse in speaking skills of English education. *Proceedings of the 4th International Conference on Modern Education and Information Management, ICMEIM 2023, September 8–10, 2023, Wuhan, China*, 1–8. <https://doi.org/10.4108/eai.8-9-2023.2340056>