

## Difusi Inovasi Teknologi Metaverse Melalui Pelatihan Web Imersif Berbasis Produk Unggulan Tefa Pada Guru

Ayung Candra Padmasari<sup>1</sup>, Cucu Sutianah<sup>2</sup>, Saiful Yahya<sup>3</sup>

### **Kata Kunci:**

TEFA;  
Metaverse;  
Immersive;  
PAR;  
Difusi.

### **Keywords :**

TEFA;  
Metaverse;  
Immersive;  
PAR;  
Difusi.

### **Correspondensi Author**

<sup>1</sup>Pendidikan Multimedia, Universitas  
Pendidikan Indonesia  
Alamat Penulis  
Email: [ayungcandra@upi.edu](mailto:ayungcandra@upi.edu)

### **Article History**

Received: 17-10-2024;  
Reviewed: 21-12-2024;  
Accepted: 24-01-2025;  
Available Online: 10-02-2025;  
Published: 04-04-2025

**Abstrak.** SMKN 14 Bandung merupakan salah satu sekolah yang telah menerapkan pembelajaran teaching factory terutama pada kompetensi guru melalui difusi inovasi teknologi metaverse. Kegiatan pembelajaran teaching factory dapat berlangsung sukses apabila proses yang dilakukan baik layaknya standar DUDI. Saat ini studio teaching factory SMKN 14 Bandung tengah mencoba menerapkan teknologi metaverse. Dimana teknologi tersebut diharapkan pihak sekolah dapat menata kegiatan pembelajaran teaching factory tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu. Namun pada prosesnya pembelajaran teaching factory memiliki permasalahan, berupa kompetensi yang belum cukup untuk mengelola produk teaching factory menggunakan metaverse. Sehingga SMKN 14 Bandung berkeinginan bersama dengan Perguruan Tinggi membuat platform digital web imersif berisi produk teaching factory yang interaktif sebagai media informasi. Perguruan tinggi memiliki tanggung jawab atas kondisi yang demikian, melalui Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) perlu adanya penggunaan metodologi yang berbasis riset perubahan. Alternatif metodologi riset untuk perubahan tersebut adalah Participatory Action Research (PAR), yang bertujuan untuk pembelajaran dalam mengatasi masalah dan produksi ilmu pengetahuan terbaru. Implementasi metode tersebut memiliki 5 tahapan dikenal dengan istilah KUPAR (to Know (mengetahui), to Understand (memahami), to Plan (merencanakan), to Action (melaksanakan) dan to Reflection (evaluasi). Hasil yang diperoleh dari kegiatan yang berjalan adalah telah dilaksanakan Forum Group Discussion (FGD), Sosialisasi, Pelatihan, dan Pendampingan.

**Abstract.** SMKN 14 Bandung is one of the schools that has implemented teaching factory learning, especially on teacher competence through the diffusion of metaverse technology innovation. Teaching factory learning activities can be successful if the process is carried out well like DUDI standards. Currently, the teaching factory studio of SMKN 14 Bandung is trying to implement metaverse technology. Where the technology is expected that the school can organize

teaching factory learning activities without being limited by space and time. However, in the process, teaching factory learning has problems, in the form of insufficient competence to manage teaching factory products using metaverse. So SMKN 14 Bandung wishes together with universities to create an immersive digital web platform containing interactive teaching factory products as information media. Universities have a responsibility for such conditions, through Community Service (PKM) it is necessary to use a methodology based on change research. An alternative research methodology for such change is Participatory Action Research (PAR), which aims for learning in overcoming problems and the production of new knowledge. The implementation of the method has 5 stages known as KUPAR (to Know, to Understand, to Plan, to Action, and to Reflection). The results obtained from the ongoing activities are that the Forum Group Discussion (FGD), Socialization, Training, and Assistance have been carried out.



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution  
4.0 International License. @2025 by Author*



## PENDAHULUAN

SMKN 14 Bandung merupakan salah satu sekolah yang telah menerapkan pembelajaran teaching factory terutama pada kompetensi guru melalui difusi inovasi teknologi metaverse (Rudiatna, 2022). Pelaksanaan pembelajaran teaching factory membutuhkan persiapan yang matang, karena pembelajaran ini mempelajari proses kegiatan produksi dan juga penerapan budaya industri. Teaching Factory merupakan pembelajaran dengan lingkungan belajar mendekati dunia industri yang sebenarnya, dengan kerjasama bersama industri menggunakan pembelajaran berbasis produk dalam menghasilkan lulusan yang kompeten, berkarakter berbudaya kerja dan memiliki jiwa wirausaha (Fitrihana, 2018). Konsep Teaching Factory menghubungkan industri dengan ruang kelas untuk mencapai pertukaran pengetahuan dua arah dengan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) (Mourtzis et al., 2021). Model Teaching factory yang memiliki basis produksi atau jasa dengan mengacu pada prosedur dan standar industri yang memiliki suasana serupa dengan lingkungan industri

merupakan model pembelajaran yang diadakan di SMK (Sudiyono, 2020). Kegiatan pembelajaran teaching factory akan dapat berlangsung dengan sukses dan berhasil apabila proses yang dilakukan baik seperti layaknya standar DUDI. Tidak hanya itu Di dalam pembelajaran keterampilan seorang guru dalam membuat perangkat pembelajaran sangat diperlukan. Penggunaan media sangat penting untuk guru dalam proses penyampaian materi pelajaran (Saputri et al., 2021). Saat ini studio dan laboratorium teaching factory SMKN 14 Bandung tengah mencoba menerapkan teknologi metaverse (Sora, 2022). Metaverse, sebuah lingkungan virtual imersif yang memungkinkan pengguna untuk terlibat dengan pengalaman digital, memiliki potensi untuk merevolusi pendidikan (Nguyen et al., 2024). Penggabungan teknologi metaverse dalam lingkungan pendidikan telah mendapatkan momentum yang signifikan dengan menghadirkan pendekatan baru dalam keterlibatan siswa dan peningkatan pertemuan pembelajaran (Tinmaz & Singh Dhillon, 2024). Di dunia digital metaverse ini, pengguna memiliki avatar yang dapat mereka gunakan untuk

berinteraksi dengan pengguna dan objek lain di lingkungan yang sama (Maghaydah et al., 2024).

Metaverse, sebuah teknologi mutakhir yang menawarkan pengalaman pendidikan yang imersif dan menarik, merevolusi pembelajaran dengan memungkinkan pengguna di dunia nyata untuk berinteraksi dan berkolaborasi dengan orang lain dalam ruang virtual (Nasir & Fakhruddin, 2023). Metaverse dapat menyediakan beragam fungsi dan tempat yang mirip dengan dunia fisik dimana pengguna dapat memperoleh pengalaman imersif melalui headset mobile (Xu et al., 2024). Konsep metaverse menggambarkan ruang digital bersama yang sepenuhnya mencerminkan dunia nyata dalam bentuk tiga dimensi (Chairunissa et al., 2022). Web imersif atau metaverse memungkinkan interaksi pengguna secara realtime dan menawarkan pengalaman pendidikan dengan biaya yang hemat yang dapat meningkatkan motivasi dan interaksi (Carvalho et al., 2023). Web imersif atau dikenal juga dengan WebXR memanfaatkan web dan realitas XR, pada satu sistem, sehingga lebih mudah dalam membangun lingkungan interaktif, 3D yang imersif, yang kompatibel di seluruh browser, sistem operasi, dan perangkat. (Fatai, 2021). Pengembangan Metaverse juga bertujuan untuk mengatasi keterbatasan teknologi virtual dimensional saat ini, yang masih memiliki kekurangan dalam hal sensasi dan pengalaman yang dirasakan (Indarta et al., 2022). Teknologi tersebut diharapkan pihak sekolah dapat menata kegiatan pembelajaran teaching factory tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu. Teknologi imersif ini juga memburukkan batas antara dunia nyata dan dunia virtual, yang dapat membuat pengguna merasakan pengalaman yang mendalam (Suh & Prophet, 2018). Metaverse memungkinkan peserta didik memiliki lebih banyak kesempatan untuk memiliki pengalaman, mengeksplorasi, belajar dan mengajar di dunia baru, serta bekerja dan berinteraksi dengan orang lain. Mereka juga dapat belajar atau berlatih dalam konteks yang tidak dapat mereka alami di dunia nyata (Hwang & Chien, 2022).

Namun pada proses implementasi teknologi metaverse di pembelajaran teaching factory memiliki permasalahan, berupa belum memiliki kompetensi yang cukup untuk mengelola produk teaching factory

menggunakan teknologi metaverse. Dimana sering ditemukan produk teaching factory ini kurang berdaya saing karena kurangnya wawasan teknologi terbaru, bahkan orientasi konsep pengembangan produk teaching factory yang tidak sesuai dengan perkembangan zaman saat ini. Sehingga SMKN 14 Bandung berkeinginan bersama-sama dengan Perguruan Tinggi untuk membuat platform digital web imersif yang berisi produk teaching factory yang menarik dan interaktif sebagai media informasi. Perguruan tinggi sebagai salah satu pilar bangsa memiliki tanggung jawab atas kondisi yang demikian ini, maka dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi, salah satunya melalui Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) perlu menggunakan metodologi yang berbasis riset perubahan. Alternatif metodologi riset untuk perubahan tersebut adalah Participatory Action Research (PAR). Difusi Inovasi Teknologi Metaverse Melalui Pelatihan Web Imersif Berbasis Produk Unggulan TEFA Pada Guru SMKN 14 Bandung ini dilaksanakan menggunakan pendekatan metodologi Participatory Action Research (PAR). Metodologi Participatory Action Research (PAR) bertujuan untuk pembelajaran dalam mengatasi masalah dan produksi ilmu pengetahuan terbaru. Implementasi metode tersebut memiliki 5 (lima) tahapan yang dikenal dengan istilah KUPAR (to Know (mengetahui), to Understand (memahami), to Plan (merencanakan), to Action (melaksanakan) dan to Reflection (evaluasi). Metode Participatory Action Research (PAR) adalah pendekatan yang melibatkan kolaborasi aktif antara peneliti dan peserta untuk mengidentifikasi masalah, merencanakan tindakan, serta mengevaluasi dan mengevaluasi hasil tindakan. Berikut untuk mengetahui apakah PAR sesuai untuk diimplementasikan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), maka dapat dianalisis aspek-aspek kunci metode ini dan bagaimana relevansinya dengan konteks SMK. SMK sering melibatkan siswa dalam kegiatan praktikum dan proyek industri yang memerlukan keterlibatan aktif. PAR mengutamakan partisipasi aktif semua pemangku kepentingan termasuk siswa, guru, dan pihak industri dalam merumuskan dan melaksanakan solusi. Di SMK, siswa dapat terlibat langsung dalam perencanaan dan

pelaksanaan proyek, serta evaluasi hasil. Hal ini sejalan dengan prinsip PAR yang menekankan keterlibatan semua pihak dalam proses.

Participatory Action Research (PAR) mempromosikan kolaborasi antara berbagai pihak untuk memecahkan masalah secara bersama-sama. Di SMK, hal ini dapat melibatkan kerja sama antara siswa, guru, industri, dan mungkin bahkan orang tua. SMK dapat membentuk tim kerja yang terdiri dari siswa, guru, dan perwakilan industri untuk bekerja sama dalam proyek pengembangan kurikulum, peningkatan proses produksi, atau proyek keterampilan lainnya. Participatory Action Research (PAR) mengedepankan evaluasi terus-menerus dan evaluasi untuk memahami dampak tindakan dan memperbaiki praktik. Di SMK, ini bisa berarti meevaluasikan hasil dari proyek praktikum atau feedback dari industri. Di SMK, sesi evaluasi rutin bisa diadakan setelah setiap fase proyek atau kegiatan, di mana semua pemangku kepentingan membahas apa yang berhasil dan apa yang perlu diperbaiki. Implementasi Participatory Action Research (PAR) memerlukan waktu untuk perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi, yang mungkin menjadi tantangan di lingkungan SMK dengan jadwal yang padat. Sehingga perlu mengatur jadwal yang fleksibel untuk kegiatan PAR dan diintegrasikan dengan kegiatan kurikulum yang sudah ada. Manfaat implementasi Participatory Action Research (PAR) di SMK adalah mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan guru dalam proses pembelajaran dan pengembangan kurikulum, membuat mereka merasa lebih bertanggung jawab dan berkomitmen. Siswa mendapatkan keterampilan praktis dalam pemecahan masalah, kolaborasi, dan evaluasi yang berguna dalam dunia kerja. Dengan melibatkan pihak industri, kurikulum dapat disesuaikan dengan kebutuhan nyata di pasar kerja, meningkatkan kesiapan kerja siswa. Participatory Action Research (PAR) adalah metode yang sangat sesuai untuk diimplementasikan di SMK karena prinsip-prinsip partisipasi aktif, kolaborasi, dan evaluasi yang sejalan dengan tujuan pendidikan di SMK.

## METODE

Difusi Inovasi Teknologi Metaverse Melalui Pelatihan Web Imersif Berbasis Produk Unggulan TEFA Pada Guru SMKN 14 Bandung ini dilaksanakan menggunakan pendekatan metodologi Participatory Action Research (PAR). Metodologi Participatory Action Research (PAR) bertujuan untuk pembelajaran dalam mengatasi masalah dan produksi ilmu pengetahuan terbaru. Implementasi metode tersebut memiliki 5 (lima) tahapan yang dikenal dengan istilah KUPAR (to Know (mengetahui), to Understand (memahami), to Plan (merencanakan), to Action (melaksanakan) dan to Reflection (evaluasi). Metode Participatory Action Research (PAR) adalah pendekatan yang melibatkan kolaborasi aktif antara tim pengabdian dan peserta untuk mengidentifikasi masalah, merencanakan tindakan, serta meevaluasikan dan mengevaluasi hasil tindakan serta meevaluasikan dan mengevaluasi hasil tindakan. Berikut adalah deskripsi lima tahapan pelaksanaan pengabdian pada masyarakat dengan menggunakan metode PAR untuk kegiatan difusi inovasi teknologi Metaverse melalui pelatihan web imersif berbasis produk unggulan TEFA pada guru SMKN 14 Bandung. Tahapan dalam pelaksanaan pengabdian adalah sebagai berikut :

### 1. Tahap Identifikasi Masalah dan Penetapan Tujuan

Kegiatan ini merupakan kegiatan pengumpulan informasi dan kebutuhan, yang melibatkan guru, kepala sekolah, dan pemangku kepentingan terkait dalam diskusi untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan yang mereka hadapi terkait dengan penggunaan teknologi Metaverse dan pengelolaan produk TEFA. Mengumpulkan data melalui wawancara, kuesioner, atau diskusi kelompok. Selanjutnya, Berdasarkan hasil pengumpulan informasi, mengadakan sesi pertemuan dengan semua pemangku kepentingan untuk merumuskan tujuan kegiatan secara kolaboratif. Tujuan ini harus mencerminkan kebutuhan yang diidentifikasi dan disepakati bersama.

### 2. Tahap Perencanaan Aksi

Pada tahap ini merupakan penyusunan rencana aksi bersama dengan mengorganisasi

workshop atau pertemuan lanjutan dengan guru dan pemangku kepentingan untuk merancang rencana aksi yang mencakup langkah-langkah spesifik, jadwal, dan tanggung jawab. Melakukan diskusi bagaimana teknologi Metaverse akan diterapkan dalam konteks TEFA. Selanjutnya pengembangan modul dan materi pelatihan, tahap ini dilakukan bersama guru mengembangkan modul pelatihan yang berbasis pada kebutuhan dan tujuan yang telah disepakati. Ini termasuk pembuatan materi pelatihan yang relevan dan sesuai dengan konteks TEFA.

### 3. Tahap Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap pelaksanaan pelatihan dimana menyelenggarakan pelatihan berdasarkan rencana aksi yang telah disusun. Selama pelatihan, fasilitator harus aktif melibatkan peserta dalam proses belajar, mendorong interaksi, dan diskusi. Selanjutnya kegiatan penggunaan teknologi dan penerapan kurikulum Membantu guru dalam menerapkan teknologi Metaverse ke dalam proses pembelajaran sehari-hari dan mengintegrasikan modul yang telah dikembangkan ke dalam kurikulum TEFA.

### 4. Tahap Monitoring dan Evaluasi

Pengumpulan Umpan Balik yaitu tahapan kegiatan dari motoring dan evaluasi, pada tahap ini akan diadakan sesi umpan balik dengan guru dan siswa untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan dan penerapan teknologi. Diskusikan apa yang berhasil dan apa yang perlu diperbaiki. Kegiatan selanjutnya adalah evaluasi bersama dengan aktivitas mengorganisasi pertemuan reflektif dengan semua pemangku kepentingan untuk mengevaluasi hasil dan dampak dari kegiatan pengabdian. Diskusikan hasil evaluasi dan identifikasi area untuk perbaikan atau penyesuaian.

### 5. Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut

Tahapan ini merupakan tahap evaluasi bersama dan perencanaan tindak lanjut dengan mengadakan sesi evaluasi dengan guru dan pemangku kepentingan untuk mendiskusikan pembelajaran yang diperoleh, keberhasilan, dan tantangan yang dihadapi. Berdasarkan evaluasi ini, merencanakan tindak lanjut untuk meningkatkan implementasi dan penggunaan teknologi. Selanjutnya kegiatan penyebaran pengetahuan dan berbagi pengalaman yang

dilakukan dengan menyusun laporan atau materi publikasi yang membagikan hasil dan pengalaman dari kegiatan pengabdian kepada komunitas pendidikan dan industri yang lebih luas. Ini dapat mencakup seminar, workshop, atau publikasi jurnal.

Kelima tahapan pelaksanaan pengabdian dengan metode PAR ini dirancang untuk memastikan keterlibatan aktif dan kolaboratif dari semua pihak terkait dalam setiap langkah proses. Dengan melibatkan guru dan pemangku kepentingan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi, metode PAR memungkinkan adaptasi yang lebih baik terhadap kebutuhan lokal dan memastikan bahwa teknologi Metaverse diterapkan dengan efektif dalam konteks SMKN 14 Bandung. Pendekatan ini mendukung pembelajaran yang lebih imersif dan relevan serta mendorong inovasi dalam pendidikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mengimplementasikan teknologi Metaverse dalam proses pembelajaran di SMKN 14 Bandung melalui pelatihan web imersif yang berfokus pada produk unggulan Teaching Factory (TEFA). Pelatihan ini dirancang untuk meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi Metaverse dan mengintegrasikannya ke dalam kurikulum mereka. Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian yang disusun ini adalah komponen penting yang menyediakan bukti visual dan naratif mengenai pelaksanaan kegiatan. Ini tidak hanya membantu dalam mengevaluasi proses tetapi juga berguna untuk berbagi pengalaman dan hasil dengan audiens yang lebih luas. Berikut deskripsi dan bukti hasil pelaksanaan kegiatan yang disesuaikan dengan rencana awal pelaksanaan kegiatan.

### 1. Analisis Data Kebutuhan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan ini dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan spesifik SMKN 14 Bandung dalam integrasi teknologi metaverse dengan memfasilitasi pelatihan yang komprehensif dan aplikatif. Hasil analisis ini nantinya mampu memberikan gambaran umum tentang kebutuhan dan pendekatan

yang akan digunakan dalam pelatihan serta hasil yang diharapkan untuk memaksimalkan manfaat teknologi metaverse di SMKN 14 Bandung.

#### 2. Analisis Permasalahan Mitra dengan FGD Tahap I

FGD mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi SMKN 14 Bandung dalam mengintegrasikan teknologi metaverse. Analisis hasil FGD Tahap I akan menyajikan gambaran mengenai permasalahan yang dihadapi SMKN 14 Bandung dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi

tantangan tersebut melalui pelatihan dan dukungan yang tepat.

#### 3. Analisis Permasalahan Mitra dengan FGD Tahap II

FGD mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi SMKN 14 Bandung dalam mengintegrasikan teknologi metaverse. Analisis hasil FGD Tahap II akan menyajikan gambaran lanjutan mengenai permasalahan yang dihadapi SMKN 14 Bandung dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan tersebut melalui pelatihan dan dukungan yang tepat.



Gambar 1. Pelaksanaan FGD dengan guru SMKN 14 Bandung

#### 4. Penyusunan Konten Materi Pelatihan dan Pendampingan

Tujuan kegiatan ini adalah untuk memastikan bahwa materi pelatihan yang disusun tidak hanya relevan dan komprehensif tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan spesifik peserta, memfasilitasi integrasi teknologi metaverse dalam pendidikan, dan menyediakan dukungan yang diperlukan untuk keberhasilan implementasi.

#### 5. Sosialisasi Kegiatan Pelatihan dan Pengabdian

Sosialisasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang jelas tentang kegiatan pelatihan dan pengabdian, serta memfasilitasi persiapan yang matang untuk mencapai hasil yang diinginkan.

#### 6. Kegiatan Pelatihan kepada Guru SMKN 14 Bandung.

Kegiatan difusi inovasi teknologi metaverse melalui pelatihan web imersif berbasis produk unggulan TEFA pada guru SMKN 14 Bandung dilaksanakan untuk meningkatkan kompetensi teknologi guru,

memperkuat integrasi teknologi dalam kurikulum, dan menyediakan dukungan yang diperlukan untuk penerapan yang efektif.

#### 7. Penyusunan Laporan Kemajuan

Kegiatan penyusunan laporan kemajuan memberikan gambaran jelas tentang pencapaian, tantangan, dan langkah-langkah perbaikan dalam proyek atau inisiatif. Dengan mengidentifikasi pencapaian dan masalah yang dihadapi, laporan ini berfungsi sebagai alat penting untuk menilai keberhasilan, merencanakan perbaikan, dan memastikan kelanjutan proyek yang sukses dengan dasar informasi yang kuat.

#### 8. Kegiatan Pendampingan kepada Guru SMKN 14 Bandung

Kegiatan pendampingan dalam program difusi inovasi teknologi metaverse di SMKN 14 Bandung dilaksanakan untuk meningkatkan keterampilan guru, menerapkan teknologi secara efektif dalam pembelajaran, dan mengatasi berbagai kendala yang muncul. Pendampingan juga berperan penting dalam membangun komunitas pembelajaran dan memberikan dukungan yang diperlukan untuk penerapan

teknologi yang berkelanjutan.

9. Penerapan Teknologi dan Evaluasi Produk Pengabdian bersama Guru SMKN 14 Bandung.

Penerapan teknologi metaverse melalui produk unggulan TEFA di SMKN 14 Bandung dilaksanakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan keterlibatan siswa, meskipun beberapa tantangan teknis dan adaptasi kurikulum masih perlu diatasi. Evaluasi produk menunjukkan efektivitas yang tinggi dan kepuasan pengguna, namun juga menyoroti kebutuhan untuk perbaikan dalam infrastruktur dan produk.

10. Kegiatan Kesepakatan Kerja Sama (MoU) dengan SMKN 14 Bandung.

Kegiatan kesepakatan kerja sama (MoU) dengan SMKN 14 Bandung berhasil menegaskan komitmen bersama dalam pelaksanaan program teknologi metaverse dan pelatihan. MoU ini menetapkan ruang lingkup kerja sama, peran, tanggung jawab, serta sumber daya dan dukungan yang diperlukan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pelatihan di SMKN 14 Bandung telah berhasil meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi metaverse dan mengintegrasikannya dalam proses pembelajaran. Meskipun hasil pelatihan umumnya positif, beberapa kendala teknis dan penyesuaian kurikulum masih perlu diatasi. Untuk meningkatkan efektivitas pelatihan, disarankan untuk memperkuat infrastruktur teknologi, menyediakan pelatihan lanjutan, menyesuaikan kurikulum, serta melakukan evaluasi dan pengumpulan umpan balik secara berkala. Langkah-langkah ini akan membantu memastikan penggunaan teknologi metaverse yang lebih efektif dan meningkatkan kualitas pendidikan di SMKN 14 Bandung. Disarankan agar SMKN 14 Bandung melakukan investasi tambahan dalam perangkat keras dan infrastruktur teknologi untuk memastikan kompatibilitas yang lebih baik dengan teknologi metaverse dan untuk mengatasi masalah teknis yang muncul. Kemudian memperkuat koneksi internet di sekolah akan meningkatkan pengalaman penggunaan teknologi metaverse, mengurangi gangguan,

dan memastikan kelancaran proses pembelajaran.

## DAFTAR RUJUKAN

- Carvalho, R., Santos, C., & Ramos, F. (2023). Teachers' First Contact with an Immersive Web Environment: Evaluating Social Presence and Possible Effects on Learning Outcomes. *2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 282–284. <https://doi.org/10.1109/ICALT58122.2023.00089>
- Chairunissa, D., Maharani, S., Maulida, L., Alviandrico, M. J., Pitnawati, P., & Arthur, R. (2022). Konsep Pengaplikasian Metaverse ke Dalam Pelaksanaan Praktik Kayu Digital di Masa Depan. *Risenologi*, 7(2), 25–30. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2022.72.381>
- Fatai, B. (2021). *A look at WebXR and its frameworks as an important future of XR technology*. <https://babatundexr.medium.com/a-look-at-webxr-and-itsframeworks-as-an-important-future-of-xr-technology-aa72c8a839e5>.
- Fitrihana, N. (2018). Rancangan Pembelajaran Teaching Factory. *HEJ (Jurnal Economic Journal)*, 2(2), 56–64.
- Hwang, G. J., & Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(April), 100082. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>
- Indarta, Y., Ambiyar, A., Samala, A. D., & Watrianthos, R. (2022). Metaverse: Tantangan dan Peluang dalam Pendidikan. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3351–3363. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2615>
- Maghaydah, S., Al-Emran, M., Maheshwari, P., & Al-Sharafi, M. A. (2024). Factors affecting metaverse adoption in

- education: A systematic review, adoption framework, and future research agenda. *Heliyon*, 10(7), e28602. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28602>
- Mourtzis, D., Panopoulos, N., Angelopoulos, J., Zygomas, S., Dimitrakopoulos, G., & Stavropoulos, P. (2021). A Hybrid Teaching Factory Model for Supporting the Educational Process in COVID-19 era. *Procedia CIRP*, 104(March), 1626–1631. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.274>
- Nasir, M., & Fakhruddin, Z. (2023). Design and Analysis of Multimedia Mobile Learning Based on Augmented Reality to Improve Achievement in Physics Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(6), 993–1000. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.6.1897>
- Nguyen, A. H. D., Le, T. T., Dang, T. Q., & Nguyen, L. T. (2024). Understanding metaverse adoption in education: The extended UTAUMT model. *Heliyon*, 10(19), e38741. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38741>
- Rudiatna, R. D. (2022). STRATEGI PENINGKATAN KOMPETENSI SISWA MELALUI PENERAPAN NEW TEACHING FACTORY PADA KOMPETENSI KEAHLIAN KRIYA KAYU SMK NEGERI 14 BANDUNG. *Journal of Educational and Language Research*, 2(4), 617–632.
- Saputri, S., Sabri, T., & Kartono, K. (2021). Analisis Keterampilan Guru Dalam Menggunakan Media Pada Pembelajaran Tematik Kelas V Sd. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 11(1). <https://doi.org/10.26418/jppk.v11i1.51767>
- Sora, R. M. (2022). *SMKN 14 Bandung Kembangkan Pembelajaran Teknologi Metaverse Dan Berbasis Projek*. Sora Sakola. <https://majalahsora.com/smkn-14-bandung-kembangkan-pembelajaran-teknologi-metaverse-dan-berbasis-projek/>
- Sudiyono, S. S. (2020). Teaching Factory Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Lulusan Di Smk. *Jurnal Penelitian Kebijakan Pendidikan*, 12(2), 159–181. <https://doi.org/10.24832/jpkp.v12i2.271>
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, 77–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>
- Tinmaz, H., & Singh Dhillon, P. K. (2024). User-Centric Avatar Design: A Cognitive Walkthrough Approach for Metaverse in Virtual Education. *Data Science and Management*, 7(4), 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2024.05.001>
- Xu, X., Tong, W., Wei, Z., Xia, M., Lee, L., & Qu, H. (2024). Transforming Cinematography Lighting Education in the Metaverse. *Visual Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2024.11.003>