

Pelatihan Membuat Ruang Belajar Metaverse Bagi Guru-Guru Di Wilayah Tangerang Selatan

Heni Jusuf ^{1*}, Maria Magdalena ², Lucia Sri Istiyowati ³, Erick Dazki ², Handri Santoso ²

¹ Fakultas Teknik dan Sains; Universitas Nasional; e-mail: heni.jusuf@civitas.unas.ac.id

² Fakultas Teknologi Informasi; Universitas Pradita; e-mail: maria.magdalena@pradita.ac.id,
handri.santoso@pradia.ac.id, erick.dazki@pradita.ac.id

³ Fakultas Teknologi Informasi; Perbanas Institute; e-mail: lucia.istiyowati@perbanas.id

* Korespondensi: e-mail: heni.jusuf@civitas.unas.ac.id

Submitted: **04/10/2023**; Revised: **30/11/2023**; Accepted: **14/12/2023**; Published: **30/01/2024**

Abstract

After covid passed, many schools innovated in their learning process, so that the learning process could still run well. Students who have become accustomed to online learning, of course, need intervention in learning. The use of the metaverse has now been widely discussed for use in the learning process. Metaverse, a 3D digital space mixed with the real world and the virtual world, has been heralded as a future educational trend with great potential. However, as an emerging item, existing studies rarely discuss the metaverse from an educational perspective, so far the use of the metaverse is still used for games or product promotion. The community service carried out is, providing training to teachers at the kindergarten to high school levels in the South Tangerang area, on how to design virtual learning spaces and create learning media, so that teachers understand the concept of the metaverse as a whole, explain the role of the metaverse in the world of education and learning, design and build a simple metaverse ecosystem, operate metaverse applications, manage metaverse administration, choose appropriate pedagogic models in the metaverse and represents the results of metaverse design. Thus, teachers are expected to make online learning fun. Training is held for ten (10) meetings, and each meeting is held for seven (7) hours. The results of the 100% training of participants consisting of 23 teachers ranging from kindergarten to high school teachers, succeeded in creating a virtual learning space in the metaverse world.

Keywords: Metaverse, Metaverse For Education, Online Learning

Abstrak

Setelah covid berlalu, banyak sekolah yang melakukan inovasi dalam proses pembelajarannya, agar proses pembelajaran tetap dapat berjalan dengan baik. Siswa yang telah terbiasa dengan pembelajaran *online*, tentunya perlu intervensi dalam pembelajaran. Penggunaan metaverse saat ini telah ramai dibicarakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Metaverse, ruang digital 3D yang bercampur dengan dunia nyata dan dunia maya, telah digembar-gemborkan sebagai tren pendidikan masa depan dengan potensi besar. Namun, sebagai item yang muncul, studi yang ada jarang membahas metaverse dari perspektif pendidikan, selama ini penggunaan metaverse masih digunakan untuk permainan atau promosi produk. Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan adalah, memberikan pelatihan kepada guru tingkat TK hingga SMU di wilayah Tangerang Selatan, bagaimana merancang ruang belajar virtual dan membuat media pembelajaran, agar para guru memahami konsep metaverse secara utuh, menjelaskan peran metaverse dalam dunia pendidikan dan pembelajaran, merancang dan membangun ekosistem metaverse sederhana, mengoperasikan aplikasi metaverse, mengelola administrasi metaverse, memilih model pedagogik yang berkesesuaian dalam metaverse dan merepresentasikan hasil rancang bangun metaverse. Dengan demikian para guru diharapkan dapat membuat pembelajaran *online* yang menyenangkan. Pelatihan diadakan selama sepuluh (10) pertemuan, setiap pertemuan dilaksanakan selama tujuh (7) jam. Hasil pelatihan 100%

Available Online at <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/Jabdimas>

peserta yang terdiri dari 23 guru mulai dari guru TK hingga guru SMU, berhasil membuat ruang belajar virtual dalam dunia metaverse.

Kata kunci: *Metaverse, Metaverse For Education, Online Learning*

1. Pendahuluan

Pemanfaatan perangkat teknologi informasi dalam pendidikan saat ini bukan hal baru lagi. Bagi pelajar dan pembelajar, teknologi informasi adalah kebutuhan yang perlu dikombinasikan penggunaannya antara kebutuhan individu untuk berkomunikasi dengan kepentingan dalam pendidikan (Firman & Rahayu, 2020; Sophan & Kurniawati, 2018).

Perkembangan Media pembelajaran visual saat ini berkembang dengan sangat pesat, terlebih adanya artificial intelligent yang dapat menampilkan visual yang lebih bersifat realistis dan dapat dirasakan oleh sebagian besar panca indra manusia khususnya indra pengelihatan. Manfaat yang kita dapat dalam penggunaan media ini adalah pemakaiannya yang efektif dan efisien, praktis, dan lebih cepat dipahami oleh pembacanya (Kauffman & Komunikasi, 2015), Oleh sebab itu dibutuhkan model dan media pembelajaran yang dapat membuat siswa betah berlama-lama untuk di dalam ruang belajar. Secara khusus, berbagai aktivitas di dunia fisik telah berpindah ke dunia virtual. telecommuting, rapat online, pembelajaran jarak jauh, belanja online, dan lainnya, telah menjadi bagian alami dari kehidupan manusia. Akibatnya, kebutuhan manusia untuk memperluas batas-batas dunia fisik semakin dipercepat, memicu kerinduan akan dunia maya yang lebih maju, beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan teknologi VR (virtual reality), AR (augmented reality), AI (kecerdasan buatan), XR (Extende Reality) yang berkembang semakin pesat (Laviola et al. 2022; Lee and Hwang 2022; Park and Kim 2022; Park, Min, and Kim 2021; Prieto, Lacasa, and Martínez-Borda 2022; Zhao et al. 2022). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi untuk membangun ruang virtual terbukti dapat meningkatkan kinerja para siswa, siswa termotivasi dalam pembelajaran, karena pembelajaran di desain dalam bentuk gamifikasi, adanya reward dan tantangan dan misi yang dilalui oleh para siswa, hal ini mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran

Metaverse, ruang digital 3D telah diakui sebagai generasi internet berikutnya. Saat penelitian metaverse global berkembang, metaverse disebut-sebut sebagai tren pendidikan masa depan, dengan potensi besar (Amanda et al., 2023; Park et al., 2021; G. Wang & Shin, 2022; Xi et al., 2022; Zhao et al., 2022). Kehadiran metaverse biasanya berpasangan dengan berbagai teknologi baru (Shin, 2022),

Literatur-literatur sebelumnya jarang membahas metaverse dari perspektif pendidikan tetapi banyak berfokus pada teknologi terkait metaverse dalam pendidikan secara terpisah. Sebagai item baru, mayoritas peneliti pendidikan mungkin tidak menyadari apa itu metaverse, komponennya, dan penerapannya di bidang pendidikan. Oleh karena itu, pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan agar para guru memahami konsep metaverse secara utuh, menjelaskan peran metaverse dalam dunia pendidikan dan pembelajaran, merancang dan

membangun ekosistem metaverse sederhana, mengoperasikan aplikasi metaverse, mengelola administrasi metaverse, memilih model pedagogi yang berkesesuaian dalam metaverse dan merepresentasikan hasil rancang bangun metaverse.

Setelah covid berlalu, banyak sekolah yang melakukan inovasi dalam proses pembelajarannya, karena siswa telah terbiasa menggunakan pembelajaran *online* dengan menggunakan beragam aplikasi, agar proses pembelajaran tetap dapat berjalan dengan baik. Siswa yang telah terbiasa dengan pembelajaran *online*, tentunya perlu intervensi dalam pembelajaran agar saat siswa Kembali bersekolah tatap muka, pembelajaran tetap menarik dan menyenangkan.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka kelompok sasaran dari pengabdian kepada masyarakat adalah para guru mulai dari tingkat Taman Kanak-Kanak hingga Sekolah Menengah Atas (TK-SMA) dari Sekolah di wilayah tangerang selatan. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat memberikan adalah memberikan pelatihan bagaimana membantu para guru agar dapat membuat ruang kelas dan bahan pembelajaran virtual di metaverse, sehingga pembelajaran tetap menarik, menyenangkan dan siswa lebih senang untuk belajar.

2. Metode Pelaksanaan

Pengabdian Kepada Masyarakat dilaksanakan pada tanggal 25 Februari hingga 3 Juni 2023, mulai jam 09.00 sampai jam 15.00 WIB di lab multimedia. Software yang digunakan untuk pembuatan ruang belajar virtual adalah software firestorm, sementara untuk perlengkapan server dan hardware lainnya, menggunakan perlengkapan dari mitra Pengabdian Kepada Masyarakat yaitu sekolah suluh bangsa mulia.

Menggunakan dua jenis instrumen untuk mengetahui karakteristik kemampuan awal peserta dan kemajuan capaian peserta. Instrumen untuk mengetahui karakteristik kemampuan awal peserta adalah Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Instrumen Awal Pelatihan

No.	Pertanyaan
1.	Apakah anda terbiasa menggunakan computer secara online?
2.	Apakah anda sudah mengetahui tentang software 3D?
3.	Apakah anda pernah bermain games online?
4.	Apakah anda pernah membuat animasi menggunakan software 3D?
5.	Apakah anda sebelumnya pernah mengetahui tentang metaverse?

Sumber: Hasil Pelaksanaan (2023)

Instrumen untuk mengetahui progres capaian peserta dan untuk mengetahui kepuasan peserta adalah tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Instrumen *Feedback* Pelatihan

No.	Pertanyaan
1.	Apakah materi yang disampaikan mudah dipahami dan sesuai untuk anda belajar merancang metaverse?
2.	Apakah waktu pelaksanaan pelatihan sudah mencukupi untuk anda belajar metaverse?
3.	Apakah penyampaian materi saat pelatihan mudah dipahami?
4.	Apakah mentor sudah cukup membantu anda untuk lebih menguasai metaverse?

Sumber: Hasil Pelaksanaan (2023)

Tahapan dari pelaksanaan kegiatan ini mencakup sesi persiapan, sesi pelaksanaan. Pada saat persiapan melakukan koordinasi dengan kepala sekolah, agar meringkaskan perwakilan Guru untuk mengikuti pelatihan metaverse, berkoordinasi dengan ketua Yayasan, terkait penggunaan lab multimedia pada setiap hari sabtu. Sebelum pelaksanaan, para peserta mengisi asesmen diagnostik agar dapat dipetakan kemampuan awal peserta pelatihan. Saat pelaksanaan memberikan pengarahan apa saja yang harus dipersiapkan, termasuk aturan yang boleh dilakukan oleh peserta. Memberikan materi pelatihan tentang Aplikasi *firestorm, avar editing dan interaction, inventory and builder, classroom* dan *ITS property building, classroom, and school environment, planning the land dan terraforming, decoration*. Sebagai bukti telah memahami pelatihan, para peserta diwajibkan mengisi kuisisioner pemahaman dan membuat even dimana para peserta mempresentasikan hasil karya dihadapan semua guru sekolah di aula sekolah.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelatihan dimulai dengan pembukaan dan perkenalan dari masing-masing peserta dan narasumber. Pelatihan ini sangat diperlukan oleh para guru yang karakteristik siswanya sudah terbiasa online dan sudah terbiasa bermain games online, para guru kesulitan dalam menghadapi perilaku siswa, setelah 2 tahun terbiasa online, kemudian tatap muka Kembali, banyak siswa yang merasa bosan. jika hal ini dibiarkan, maka para siswa tidak akan menyukai belajar tatap muka di sekolah lagi. Materi pelatihan terbagi menjadi sepuluh (10) pertemuan di setiap hari sabtu, dimana setiap pertemuan dilaksanakan mulai pukul 8.00 hingga pukul 15.00 WIB.

Materi pembelajaran selama sepuluh pertemuan dirancang agar para guru dapat memahami konsep utuh dari metaverse, menjelaskan peran metaverse dalam dunia pendidikan dan pembelajaran, merancang dan membangun ekosistem metaverse sederhana, mengoperasikan aplikasi metaverse, mengelola administrasi metaverse, memilih model pedagogi yang berkesesuaian dalam metaverse sert merepresentasikan hasil rancang bagun metaverse.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam ruang kelas, selain melibatkan peranan dosen juga terdapat mahasiswa yang ikut andil dalam pelaksanaan kegiatan ini sebagai instruktur.

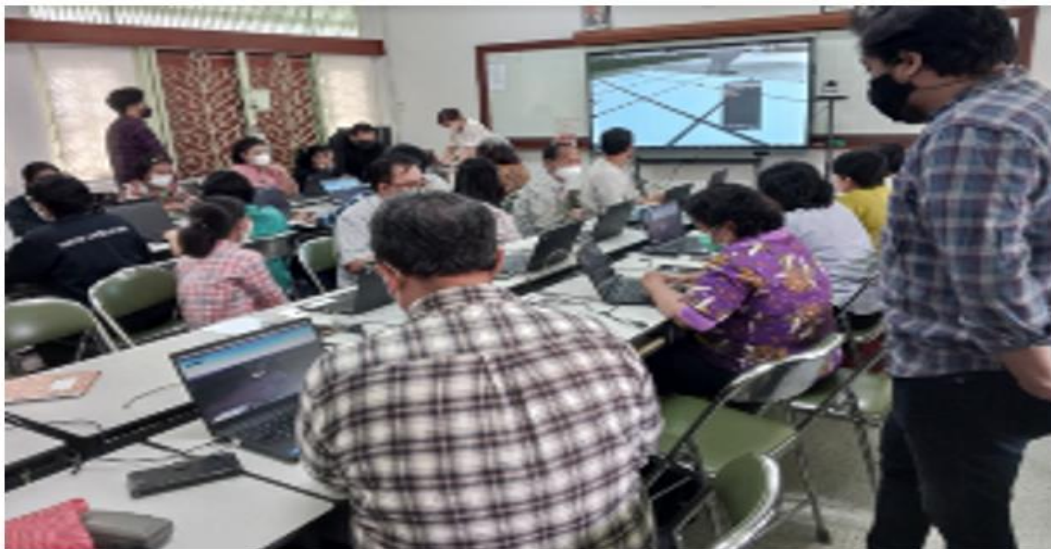
Dokumentasi yang menggambarkan suasana pelaksanaan kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 1. Suasana Pelaksanaan PKM

Selepas sesi materi dilanjutkan dengan sesi pendampingan, pada sesi ini peserta secara langsung mempraktekkan apa yang telah dipaparkan oleh instruktur. Sesi ini tim pelaksana melakukan pendampingan secara langsung dengan peserta apabila mengalami kendala dalam pengoperasiannya. Gambar 2 menggambarkan suasana kegiatan pendampingan dimana para peserta langsung mempraktekkan melalui perangkat komputer yang tersedia.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 2. Pelaksanaan PKM

Sebelum pelatihan dimulai, para peserta diminta untuk mengisi kuis awal. Hasil kuis awal untuk mengetahui karakteristik tingkat pemahaman peserta, sehingga mentor dapat memberikan perhatian lebih bagi peserta yang jawabannya tidak untuk semua pertanyaan. Hasil kuis awal adalah seperti gambar 3 berikut ini.

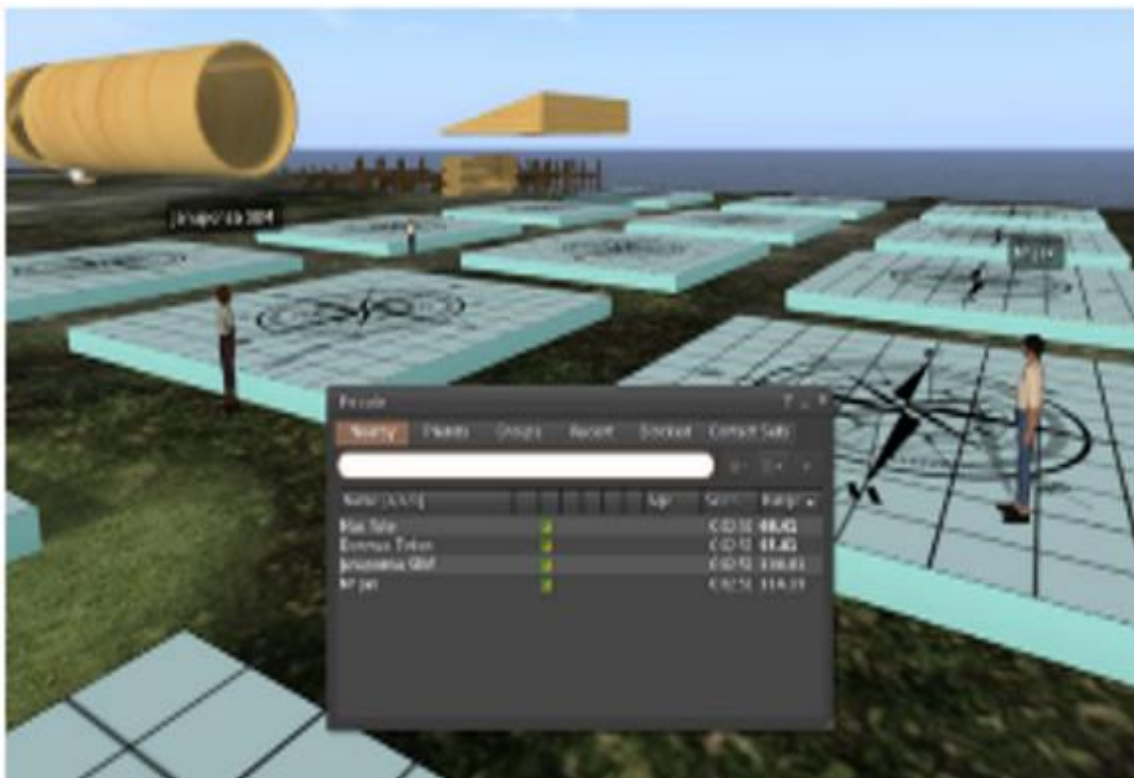


Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 3. Hasil Kuis Awal Peserta Pelatihan

Hasil kuis awal pada gambar 3 terlihat bahwa dari 23 peserta 95.7% sudah terbiasa menggunakan komputer secara online, 82.6% para peserta belum mengetahui software 3D, 95.7% belum pernah membuat desain dengan software 3D, 52.2% sudah pernah bermain games online, 91.3% belum pernah menggunakan software 3D, 65.2% belum mengetahui tentang metaverse. Pelatihan pada pertemuan pertama, dengan topik pembahasan pengenalan kondisi dan metode belajar serta berbagi ide, dengan materi pembahasan penjelasan materi pelatihan secara keseluruhan, pembagian kelompok, perkelompok dengan instruktur dan instalasi firestorm.

Pelatihan pertemuan ke dua, dengan topik mendesain konsep dari konten dan kondisi belajar seperti pada gambar 3, materi yang dipelajari login ke aplikasi firestorm, jalan-jalan virtual ke lingkungan metaverse yang telah dibangun dengan tujuan agar peserta mengetahui hasil akhir dari pelatihan dan mendapatkan ide untuk menentukan tema proyek pelatihan, navigasi firestorm tujuannya melatih penggunaan mouse untuk avatar bergerak, ragam fungsi dan fitur yang terdapat pada aplikasi firestorm, dan logout dari sekolah virtual.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 4. Area Pengembangan Lingkungan Virtual Salah Satu Kelompok

Pelatihan pertemuan ke tiga, dengan topik mempresentasikan di metaverse hasil dari pertemuan ke 2 dan menerima feedback. Materi yang dipelajari adalah menambah teman, berkirim pesan, berkirim nodecard, mengganti gender, pakaian, shape, skin, dan lainnya.

Pelatihan pertemuan ke empat, dengan topik membuat konten. Materi pelatihan membuat presentasi, memasukan link website ke dalam prim. Pelatihan pertemuan ke lima, dengan topik membuat konten. Materi pelatihan membuat kelas sederhana, membuat dan menata furniture.

Pelatihan pertemuan ke enam, dengan topik memcobakan konten dan konsep pada siswa atau perwakilannya. Materi yang dikerjakan peserta membuat pagar, membuat rumput dan pohon, membuat beragam dekorasi lansekap.

Pelatihan pertemuan ke tujuh, dengan topik membuat jurnal laporan dari aktivitas pada pertemuan 4 hingga pertemuan 6 membuat konsep. Materi yang dikerjakan membuat bentuk dan layout tanah, membuat bangunan, Gedung dan sekolah, mengisi tanah kosong dengan berbagai artefak. Pelatihan pertemuan ke delapan, dengan topik membuat konten. Materi yang dikerjakan melakukan terraforming sederhana, mendalami pemahaman terraforming.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 5. Desain Karya Guru Pada Metaverse

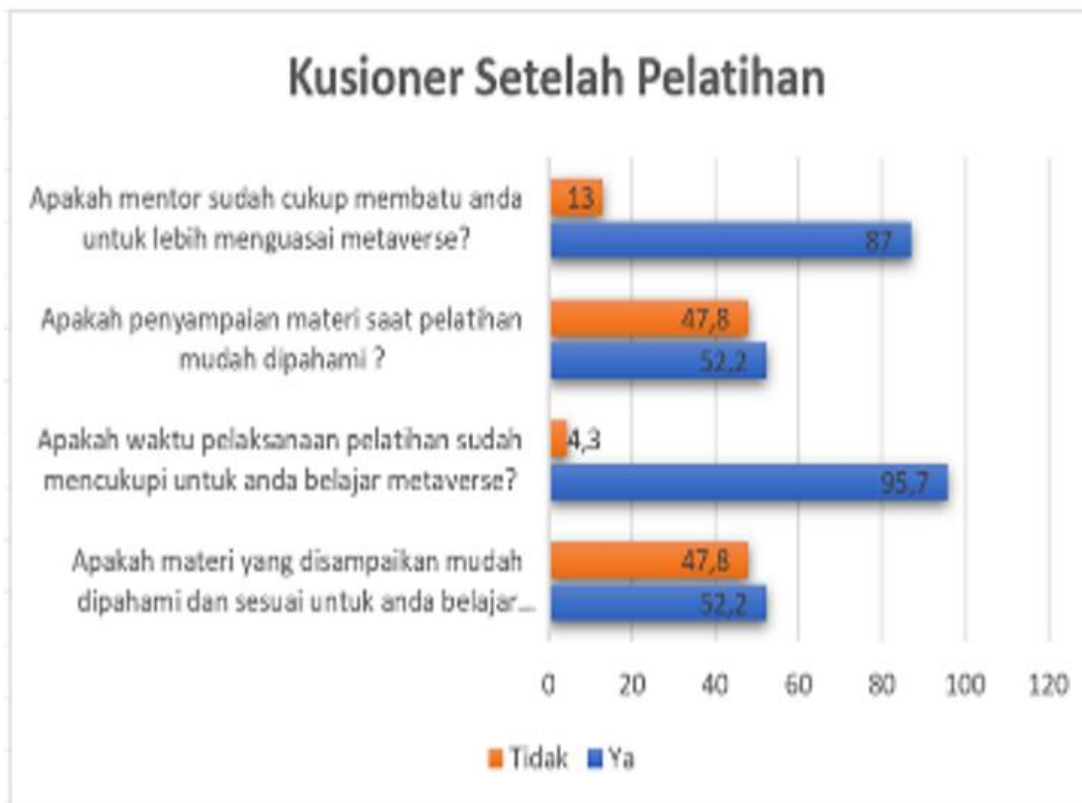
Pada gambar 5, terlihat aktivitas avatar sedang membangun lingkungan virtual sebagai tempat pembelajaran, setelah sebelumnya melakukan terraforming pada tanah. Pelatihan pertemuan ke Sembilan dan sepuluh, dengan topik mencobakan konten dan konsep pembelajaran. Materi yang dikerjakan melakukan beragam eksperimen membuat gamifikasi.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 6. Desain Bangunan Pada Metaverse

Pada gambar 6, hasil desain bangunan, tempat proses pembelajaran berlangsung, yang dibuat oleh para peserta pelatihan. Sebelum pelatihan ditutup, para peserta diwajibkan untuk mengisi kuisisioner sebagai feedback dari pelaksanaan pelatihan, hasil feedback pelaksanaan pelatihan seperti pada gambar 6 berikut ini.



Sumber: Hasil Pelaksanaan Kegiatan (2023)

Gambar 7. Hasil Kuisisioner *Feedback* Pelatihan

Pada Gambar 7, hasil *feedback* 52.2% peserta menjawab materi yang disampaikan mudah dipahami dan sesuai, 95.7% peserta menjawab waktu pelaksanaan sudah mencukupi, 52.2% peserta menjawab penyampaian materi mudah dipahami, 87% mentor sudah cukup membantu.

Pelatihan Pelatihan Metaverse bagi guru-guru sekolah di wilayah Tangerang Selatan terbukti sangat efektif dan sesuai dengan kebutuhan, karena para guru dari yang belum pernah mengetahui metaverse hingga dapat membuat metaverse berupa ruang belajar virtual. Ruang belajar tersebut dapat dibuat dan dirancang untuk semua tingkatan mulai dari tingkat TK hingga tingkat SMA. Saat pelaksanaan pelatihan, para peserta sangat termotivasi untuk mempelajari hal yang baru dan mau mencoba untuk membuat walaupun tidak semua peserta pernah menggunakan games online.

Hasil penelitian yang telah dilakukan dalam membangun dan mengembangkan lingkungan belajar virtual berbasis metaverse (Schöbel & Leimeister, 2023; M. Wang et al., 2022) menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi untuk membangun ruang virtual terbukti dapat meningkatkan kinerja para siswa, siswa termotivasi dalam pembelajaran, karena

pembelajaran di desain dalam bentuk gamifikasi, adanya reward dan tantangan dan misi yang dilalui oleh para siswa, hal ini mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran

4. Kesimpulan

Pelatihan pembuatan ruang belajar metaverse menggunakan aplikasi firestorm telah selesai dilaksanakan, dari hasil kuisioner awal, terdapat peserta yang belum mengenal metaverse bahkan belum pernah membuat objek 3 Dimensi, setelah pelatihan selesai dilaksanakan, semua peserta dapat membuat objek 3 dimensi, membuat bahan pembelajaran di ruang metaverse dan dapat mengembangkan objek-objek pendukung dalam lingkungan virtual, hingga dapat mengembangkan ruang belajar virtual. Semua peserta mendapatkan manfaat dari hasil pelatihan. Pelatihan diadakan selama sepuluh (10) pertemuan, setiap pertemuan dilaksanakan selama tujuh (7) jam. Hasil pelatihan 100% peserta yang terdiri dari 23 guru mulai dari guru TK hingga guru SMU, berhasil membuat ruang belajar virtual dalam dunia metaverse.

Dari keberhasilan pelatihan yang telah dilakukan, akan diadakan kembali pelatihan serupa bagi guru-guru, untuk memperkaya ruang virtual yang telah dibangun dengan materi pembelajaran berikutnya dan semakin tersosialisasikannya penggunaan metaverse untuk pembelajaran.

Dengan adanya pelatihan membuat ruang belajar virtual ini, diharapkan sekolah yang sudah mempunyai infrastruktur internet berkecepatan tinggi dan mempunyai siswa dengan fasilitas computer dan internet di rumah, dapat melakukan pembelajaran di ruang belajar virtual, sebagai alternatif pembelajaran yang telah ada.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Terimakasih kepada Medusa Technology, Wakil Rektor bidang penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan kerjasama Universitas Nasional, Universitas Pradita dan Institute Perbanas, sehingga PKM ini dapat terlaksana dengan baik

Daftar Pustaka

- Amanda, C., Michelle, J., Onggirawan, C. A., & Gunawan, A. A. S. (2023). ScienceDirect Systematic literature review: The adaptation of distance learning Systematic literature review: The adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational process during the COVID-19 pa. *Procedia Computer Science*, 216(2022), 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.137>
- Firman, F., & Rahayu, S. (2020). Pembelajaran Online di Tengah Pandemi Covid-19. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 2(2), 81–89. <https://doi.org/10.31605/ijes.v2i2.659>

- Kauffman, H., & Komunikasi, I. (2015). *Pembelajaran Online* (Vol. 0, Issue December 2019).
- Laviola, E., Gattullo, M., Manghisi, V. M., Fiorentino, M., & Uva, A. E. (2022). Minimal AR: visual asset optimization for the authoring of augmented reality work instructions in manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(3–4), 1769–1784. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08449-6>
- Lee, H. J., & Hwang, Y. (2022). Technology-Enhanced Education through VR-Making and Metaverse-Linking to Foster Teacher Readiness and Sustainable Learning. *Sustainability (Switzerland)*, 14(8), 4786. <https://doi.org/10.3390/su14084786>
- Park, S., & Kim, S. (2022). Identifying World Types to Deliver Gameful Experiences for Sustainable Learning in the Metaverse. *Sustainability*, 14(3), 1361. <https://doi.org/10.3390/su14031361>
- Park, S., Min, K., & Kim, S. (2021). Differences in Learning Motivation among Bartle's Player Types and Measures for the Delivery of Sustainable Gameful Experiences. *Sustainability*, 13(16), 9121. <https://doi.org/10.3390/su13169121>
- Prieto, J. de la F., Lacasa, P., & Martínez-Borda, R. (2022). Approaching metaverses: Mixed reality interfaces in youth media platforms. *New Techno Humanities*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.techum.2022.04.004>
- Schöbel, S. M., & Leimeister, J. M. (2023). Metaverse platform ecosystems. *Electronic Markets*, 33(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00623-w>
- Shin, D. (2022). The actualization of meta affordances: Conceptualizing affordance actualization in the metaverse games. *Computers in Human Behavior*, 133(October 2021), 107292. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107292>
- Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). Metaverse Roadmap: Pathways to the 3D Web. *Metaverse: A Cross-Industry Public Foresight Project*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Metaverse+Roadmap:+Pathways+to+the+3D+Web#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Metaverse+roadmap:+Pathways+to+the+3D+web#0%5Cnhttp://metaverseroadmap.org/>
- Sophan, M. K., & Kurniawati, A. (2018). Perancangan Aplikasi Learning by Doing Interaktif untuk Mendukung Pembelajaran Bahasa Pemrograman. *Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(4), 455–464. <https://doi.org/10.25126/jtiik>
- Wang, G., & Shin, C. (2022). Influencing Factors of Usage Intention of Metaverse Education Application Platform: Empirical Evidence Based on PPM and TAM Models. *Sustainability*, 14(24), 17037. <https://doi.org/10.3390/su142417037>
- Wang, M., Yu, H., Bell, Z., & Chu, X. (2022). Constructing an Edu-Metaverse Ecosystem: A New and Innovative Framework. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(6), 685–696. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3210828>

- Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (2022). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10244-x>
- Zhao, Y., Jiang, J., Chen, Y., Liu, R., Yang, Y., Xue, X., & Chen, S. (2022). Metaverse: Perspectives from graphics, interactions and visualization. *Visual Informatics*, 6(1), 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2022.03.002>