

PENYUSUNAN *ENTERPRISE ARCHITECTURE PLANNING* DALAM PENGEMBANGAN METAVERSE PADA INSTITUSI JAKARTA UTARA

Jusia Amanda Ginting¹, I Gusti Ngurah Suryantara², Francka Sakti Lee³

^{1,2} Informatika, Institusi Jakarta Utara

³ Sistem Informasi, Institusi Jakarta Utara

Jalan Lodan Raya No.2 Ancol Kec. Pademangan, Jakarta Utara, DKI Jakarta, Indonesia

gintingjusia2@gmail.com

ABSTRAK

Metaverse merupakan dunia *virtual* tiga dimensi yang menawarkan pengalaman interaktif melalui *avatar digital*. Dalam konteks pendidikan, *metaverse* dapat meningkatkan pengalaman belajar kolaboratif dan keterlibatan mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan arsitektur *metaverse* pada Institusi Jakarta Utara menggunakan kerangka kerja *Enterprise Architecture Planning* (EAP). Pendekatan EAP mencakup berbagai aspek, seperti visi dan strategi, arsitektur bisnis, arsitektur informasi, arsitektur aplikasi, arsitektur teknologi, serta manajemen proyek dan tata kelola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan EAP dapat menciptakan lingkungan belajar yang inovatif dan berkelanjutan. Penggunaan *metaverse* di Institusi Jakarta Utara berhasil memfasilitasi pembelajaran yang lebih efektif dan fleksibel, memungkinkan partisipasi mahasiswa dalam simulasi interaktif, laboratorium *virtual*, dan kolaborasi proyek tanpa batasan geografis. Faktor kunci keberhasilan ini meliputi resolusi visual yang tinggi, kecepatan *frame* yang stabil, serta desain lingkungan *virtual* yang intuitif dan ergonomis. Implementasi ini juga berhasil mengurangi ketidaknyamanan fisik dan *motion sickness* yang sering dialami pengguna dalam lingkungan *virtual*. Kesimpulannya, arsitektur *metaverse* berbasis EAP memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas pendidikan di Institusi Jakarta Utara, dengan menyediakan platform pembelajaran yang dinamis dan relevan dengan kebutuhan era digital.

Kata kunci : *metaverse, immersive technology, avatar digital, enterprise architecture planning, bisnis proses.*

1. PENDAHULUAN

Metaverse pertama kali dipopulerkan dalam sebuah novel fiksi ilmiah “*Snow Crash*” pada tahun 1992 yang merujuk pada dunia *virtual* yang diciptakan dengan menggabungkan *virtual reality* (VR), dan *augmented reality* (AR) dalam sebuah interaksi digital didalam ruang tiga dimensi yang menghasilkan pengalaman interaktif dan *immersive*.

Kosep *metaverse* yang digagas telah berkembang sedemikian rupa seiring dengan kemajuan teknologi digital dan internet, bahkan dianggap sebagai salah satu inovasi terpenting dalam teknologi informasi dan komunikasi. Pengadopsian konsep ini terjadi di banyak sektor seperti sektor pariwisata, kesehatan, bisnis, ritel dan pendidikan. Tujuan dari penetapan teknologi *metaverse* dalam beberapa sektor ini bertujuan untuk menciptakan sebuah ekosistem yang lebih inovatif dan kolaboratif.

Metaverse didalam sektor pendidikan menjadi platform yang memungkinkan terciptanya pembelajaran jarak jauh yang lebih efektif. Mahasiswa dapat berpartisipasi dalam sebuah simulasi interaktif, mengunjungi laboratorium secara *virtual*, berkolaborasi dalam proyek tanpa mengenal batasan waktu dan wilayah geografis. Manfaat yang didapatkan dari teknologi *metaverse* adalah terciptanya lingkungan belajar yang dinamis, fleksibel dan relevan dengan kebutuhan mahasiswa di era digital.

Pengembangan *metaverse* dalam bidang pendidikan akan dilaksanakan di salah satu Universitas terkemuka di daerah Jakarta Utara dengan tujuan untuk meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa.

Dalam rangka mencapai tujuan ini, diperlukan untuk melakukan beberapa tahapan penting. Pertama analisis kebutuhan untuk memahami apa yang diinginkan dan dibutuhkan oleh seluruh pemangku kepentingan, kedua perencanaan yang rinci termasuk penjadwalan dan pengalokasian sumber daya, ketiga desain dan pengembangan *platform metaverse* yang sesuai dan keempat adalah uji coba dan validasi untuk memastikan bahwa *platform* berfungsi dengan baik dan tahap terakhir adalah evaluasi dan pemeliharaan berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan dan peningkatan kualitas layanan guna meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa, meningkatkan kolaborasi fakultas dan mahasiswa.

Pengembangan *metaverse*, menghadapi beberapa tantangan yang perlu diatasi melalui pendekatan yang terstruktur. Salah satu tantangan utama adalah belum adanya arsitektur yang jelas dalam perencanaan implementasi *metaverse*, sehingga dapat menghambat keselarasan antar komponen teknologi, aplikasi, dan strategi bisnis institusi. Keterbatasan dalam infrastruktur teknologi serta kesiapan sumber daya manusia, baik dari sisi dosen maupun mahasiswa, menjadi faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan penerapan *metaverse*.

Mengatasi tantangan ini, diperlukan sebuah pendekatan perencanaan yang sistematis dan terstruktur. Metode yang dapat digunakan adalah *Enterprise Architecture Planning* (EAP). EAP merupakan proses yang mendefinisikan dua lapisan teratas dalam *Zachman Framework* untuk arsitektur informasi [1].

Dengan pendekatan ini, EAP dapat membantu dalam menyusun *blue print* yang mencakup data, aplikasi, dan teknologi guna menciptakan solusi jangka panjang [2].

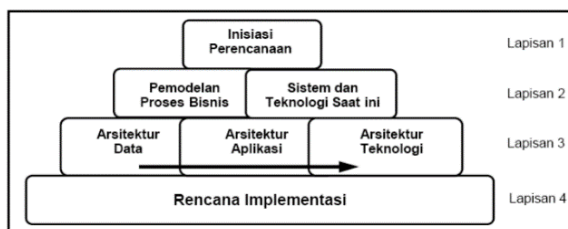
EAP juga mencakup beberapa komponen kunci seperti visi dan strategi, arsitektur bisnis, arsitektur informasi, arsitektur aplikasi, arsitektur teknologi, serta manajemen proyek dan tata kelola. EAP dapat menjadi dijadikan sebagai landasan dalam mengembangkan *metaverse* yang selaras dengan kebutuhan institusi serta mendukung transformasi pendidikan yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendekatan EAP

Merujuk pada pendekatan EAP yang dibuat oleh Steven H. Spewak, EAP adalah proses pendefinisian arsitektur dalam penggunaan informasi untuk mendukung bisnis dan rencana untuk mengimplementasikan arsitektur tersebut[6].

Dapat disimpulkan bahwa EAP bukanlah sebuah perancangan tetapi pendefinisian. Lapisan EAP terdiri dari empat lapisan seperti gambar berikut ini.



Gambar 1. Lapisan EAP

Gambar 1 menunjukkan empat lapisan dari EAP yang terdiri dari:

a. Inisialisasi Perencanaan

Penentuan ruang lingkup *enterprise*, visi, misi, metodologi perencanaan serta membentuk perencanaan kerja agar EAP terarah, selesai tepat waktu, dan hasil dari tahapan perencanaan *enterprise* yaitu rencana kerja yang baik dan komitmen dari suatu organisasi untuk melanjutkan ke tahap berikutnya agar perusahaan yang dikelola menjadi lebih efektif [3].

b. Pemodelan Bisnis Dan Sistem Teknologi Saat Ini.

Tahapan ini merupakan proses mendefinisikan arsitektur serta rencana implementasi. Mengidentifikasi dan mendokumentasikan sistem aplikasi dan platform teknologi yang digunakan untuk mendukung fungsi bisnis saat ini. Hasil dokumentasi disebut dengan *Information Resource Catalog* (IRC) yang menggambarkan ringkasan dari setiap sistem [2]

c. Arsitektur Data, Aplikasi Dan Teknologi.

Mengidentifikasi dan mendefinisikan jenis-jenis data utama atau entitas data yang diperlukan. Pemodelan untuk menggambarkan hubungan antar entitas data menggunakan *Entity-Relationship Diagram* (ERD). Arsitektur Aplikasi bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan jenis aplikasi utama yang dibutuhkan untuk mengelola data dan mendukung fungsi bisnis. Arsitektur aplikasi bukan rancangan sistem tetapi merupakan pendefinisian aplikasi yang dibutuhkan untuk mengelola data dan menyediakan informasi bagi user untuk melakukan fungsi bisnis. Arsitektur Teknologi mengidentifikasi dan mendefinisikan prinsip teknologi yang dibutuhkan untuk menyediakan lingkungan yang mendukung aplikasi pada arsitektur aplikasi yang disusun sebelumnya dalam mengelola data dan mendukung fungsi bisnis. Arsitektur teknologi merupakan definisi dari teknologi yang akan mendukung fungsi bisnis dengan menyediakan lingkungan sharing data [2]

d. Rencana Implementasi

Rencana Implementasi ini bertujuan untuk menyusun dan menyiapkan suatu rekomendasi pengimplementasian dengan menentukan kebijakan, standar, prosedur-prosedur dan yang sudah direncanakan secara terperinci [2]

2.2. Metaverse

Metaverse merupakan konsep yang menggabungkan *virtual reality*, *augmented reality* dan teknologi lainnya yang menjadi topik hangat diduni teknologi [11].

Pengguna dalam dunia metaverse dapat melampaui keterbatasan fisik dan merasakan pengalaman yang kaya dalam dunia *virtual*. *Immersive* merupakan hasil penggabungan antara AR dan VR didalam sebuah interaksi. [11]

Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk merasakan pengalaman yang belum pernah dirasakan pada dunia nyata atau merasakan kembali pengalaman yang sudah tidak mungkin untuk dirasakan kembali[12].

2.3. Virtual Reality (VR)

Virtual Reality (VR) adalah teknologi yang menciptakan lingkungan virtual yang sepenuhnya imersif, di mana pengguna dapat berinteraksi dengan dunia digital menggunakan perangkat seperti *headset* VR, sarung tangan sensorik, dan kontroler gerak. VR menggantikan dunia nyata dengan dunia simulasi yang dapat berupa realitas buatan atau dunia yang disimulasikan berdasarkan dunia nyata.[13]

2.4. Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan elemen dunia nyata dengan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer, biasanya

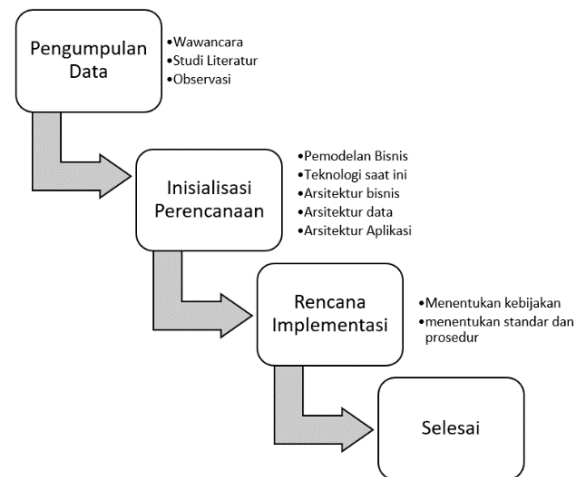
melalui perangkat seperti *smartphone*, *tablet*, atau kacamata AR.[13]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kajian yang bersifat kualitatif, sehingga mengetahui permasalahan secara menyeluruh (*holistic*)[4].

Pengembangan metaverse dibidang pendidikan ditempuh melewati beberapa pendekatan seperti pengumpulan data (observasi dan wawancara yang terfokus pada pemangku kebijakan. Hasilnya akan digunakan sebagai bahan untuk membuat *user stories* yang menggambarkan kebutuhan pengguna yang akan ditindak lanjuti dengan pembuatan *product backlog* yang terdiri dari fitur, estimasi, tingkat kesulitan, prioritas. Proses selanjutnya adalah menjalankan sprint yang mencakup aktivitas yang dirancang untuk membangun dan mengembangkan metaverse secara bertahap. Prosedur penelitian yang digunakan ditampilkan pada gambar 2.

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara, dan observasi. Wawancara bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait kebutuhan kelas metaverse yang akan dibangun. Observasi bertujuan untuk mengumpulkan data dengan cara mengamati kondisi Institusi Jakarta Utara. Tahapan inisialisasi perencanaan bertujuan untuk pemodelan bisnis yang digunakan. Rencana implementasi bertujuan untuk menyusun dan menyimpulkan suatu rekomendasi secara terperinci.



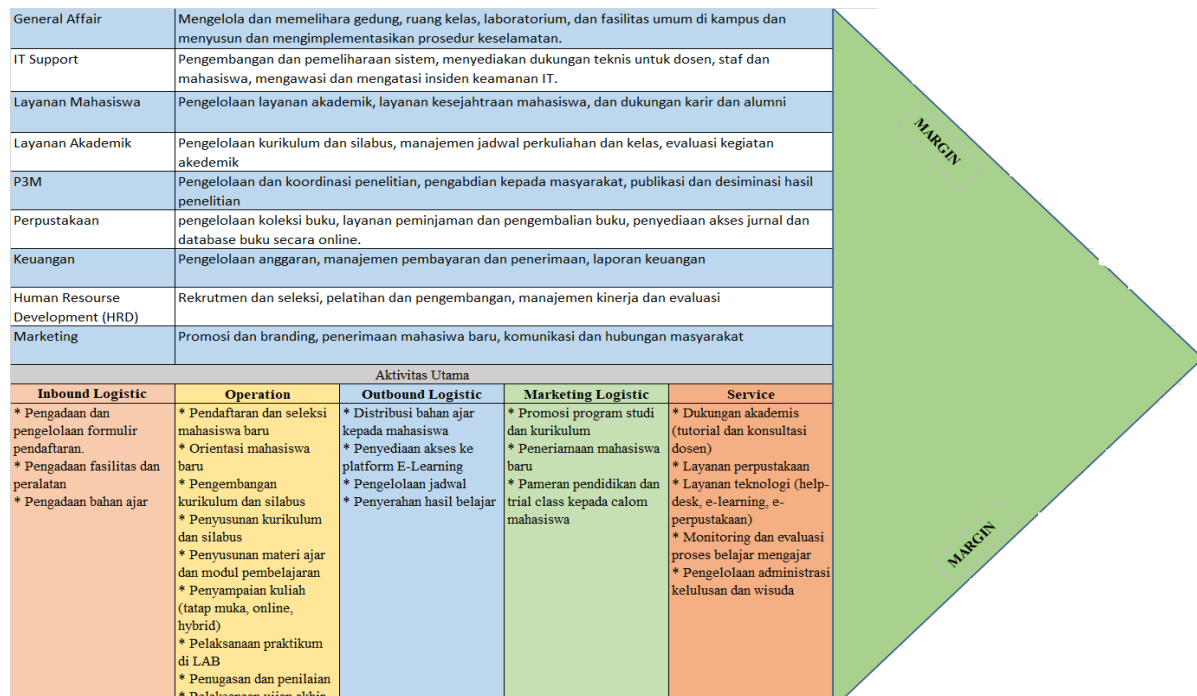
Gambar 2. Tahapan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemodelan Bisnis

Value chain merupakan alat analisis yang dapat digunakan untuk memberikan pemahaman dan indentifikasi dari aktivitas bisnis yang dapat menciptakan nilai bagi pelanggan[9][10].

Dalam pengembangan metaverse di IJU, *value chain* membantu mengidentifikasi aktivitas utama dan pendukung yang saling berkontribusi untuk menciptakan nilai dalam lingkungan pendidikan yang bersifat *virtual*.



Gambar 3. Rantai nilai

Rantai nilai (*value chain*) merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemetaan seluruh kegiatan yang ada pada enterprise serta mengetahui interaksi kegiatan yang ada pada enterprise. Gambar 3 menunjukkan *value*

chain memperoleh hasil untuk mengidentifikasi pemanfaatan TI/SI untuk meningkatkan keunggulan yang bersifat kompetitif. Selain itu *value chain* juga dapat digunakan untuk memetakan bisnis utama dan bisnis pendukung yang terdapat pada enterprise

4.2. Sistem dan Teknologi

Hasil dari analisis dan observasi yang dilakukan pada proses sebelumnya yang berkaitan dengan TI/SI maka diperlukan sebuah *blueprint* terkait dengan TI/SI. Adanya masalah terkait sistem dan teknologi diantaranya adalah:

- Keterbatasan infrastruktur seperti perangkat AR/VR yang masih terbatas, jaringan yang cukup lambat dengan latensi yang tinggi.
- Tidak terdapat sistem *E-learning* yang terintegrasi dengan metaverse.
- Keterbatasan tenaga ahli untuk mengoperasikan dan mendukung platform metaverse.
- Investasi dalam pengembangan sistem pembelajaran menggunakan platform metaverse yang cukup tinggi
- Pengalaman pengguna platform metaverse yang rendah yang menyebabkan kesulitan dalam beradaptasi di teknologi ini.
- Pengembangan konten pembelajaran yang imersif dan interaktif dalam metaverse memerlukan keahlian khusus dalam desain 3D dan scripting

4.3. Analisa SWOT

SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) merupakan kerangka kerja yang digunakan untuk mengevaluasi posisi strategis atau organisasi agar lebih terarah dalam melakukan pekerjaan.[7][8]

Tabel 1. Tabel Analisis SWOT

No	Kategori	Analisis
1	<i>Strength</i>	- Komitmen yang kuat untuk mengembangkan teknologi dalam pendidikan - Terdapat beberapa infrastruktur dasar untuk mengadopsi teknologi terbaru. - Adanya kolaborasi antara dosen dan mahasiswa
2	<i>Weaknesses</i>	- Perangkat AR/VR yang masih terbatas - Latensi jaringan yang masih tinggi - Tidak adanya sistem e-learning yang terintegrasi dengan teknologi metaverse - Pengalaman pengguna yang rendah menyebabkan adaptasi teknologi menjadi lambat
3	<i>Opportunities</i>	- Peningkatan pembelajaran jarak jauh - Pengembangan konten pembelajaran - Ekspansi IJU menjadi global - Meningkatkan kerjasama dengan industri - Meningkatkan relevansi pendidikan dengan era digital
4	<i>Threats</i>	- Perkembangan teknologi yang sangat cepat - Privasi dan keamanan data - Kompleksitas pengembangan sistem - Regulasi dan kebijakan

4.4. Arsitektur Data

Arsitektur data merupakan arsitektur pertama yang dibangun dari ketiga arsitektur yang ada karena kualitas data merupakan pondasi utama produk sistem informasi (spewak,2006). Arsitektur data memiliki entitas data yang berguna untuk mendefinisikan kebutuhan perusahaan data yang mendukung suatu proses bisnis [4].

Tabel 2. Tabel Entitas Bisnis

No	Entitas Bisnis	Keterangan
1	<i>General Affair</i>	- Pengelolaan fasilitas - Penyediaan barang <i>Event management</i>
2	<i>IT Support</i>	<i>Helpdesk</i> <i>Maintenance</i> - Infrastruktur IT
3	Layanan Mahasiswa	- Bimbingan akademik - Kegiatan mahasiswa - Penanganan keluhan mahasiswa
4	Layanan Akademik	- Registrasi (matakuliah) - Kurikulum - Evaluasi akademik
5	P3M	- Riset - Pengabdian Kepada Masyarakat - Kolaborasi
6	Perpustakaan	- Koleksi Buku - Layanan peminjaman - Penelusuran informasi (Lokasi buku, status peminjaman)
7	Keuangan	- Pencatatan transaksi - Perencanaan keuangan - Pelaporan keuangan
8	HRD	- Data karyawan - Riwayat pelatihan - Proses rekrutmen
9	Marketing	- Pemasaran program studi - Hubungan masyarakat - Promosi acara

Hubungan antara entitas bisnis dan entitas data menunjukkan bagaimana informasi mengalir dan digunakan untuk mendukung berbagai fungsi dalam ekosistem pendidikan yang dioptimalkan dengan teknologi metaverse. Arsitektur data ini akan memastikan bahwa data yang diperlukan tersedia, dikelola dengan baik, dan digunakan secara efektif untuk mendukung proses pembelajaran yang inovatif dan imersif.

Tabel 3. Tabel Entitas Data

No	Entitas Data	Keterangan
1	<i>General Affair</i>	- Inventaris fasilitas - Persediaan barang - Agenda acara
2	<i>IT Support</i>	<i>Log Helpdesk</i> - Jadwal <i>Maintenance</i> - Inventaris IT
3	Layanan Mahasiswa	- Rekam jejak akademik - Kalender kegiatan - Log keluhan

No	Entitas Data	Keterangan
4	Layanan Akademik	• Data registrasi • Rencana studi • Hasil evaluasi
5	P3M	• Data proyek riset • Data program dan kegiatan pengabdian • Log kegiatan kolaborasi
6	Perpustakaan	• Katalog buku • Riwayat peminjaman • Riwayat penelusuran
7	Keuangan	• Data transaksi • Anggaran universitas • Laporan keuangan
8	HRD	• Data karyawan • Data riwayat pelatihan • Data pelamar
9	Marketing	• Data calon mahasiswa, alumni dan pemangku kepentingan • Data kegiatan promosi dan anggaran

No	Entitas Data	Keterangan
		• Data <i>feedback</i> kegiatan

4.5. Arsitektur Aplikasi

Pengembangan metaverse didalam lingkungan Institusi Jakarta Utara, harus mencakup beberapa komponen pendukung interaksi pembelajaran didalam lingkungan *virtual*. Arsitektur aplikasi dilaksanakan setelah mendefinisikan arsitektur data. Arsitektur aplikasi adalah suatu perencanaan aplikasi yang akan dikembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan organisasi berupa suatu deskripsi kandidat aplikasi yang akan dikembangkan. kandidat aplikasi didapatkan dari hubungan antara entitas data dan proses bisnis yang sudah dijelaskan pada arsitektur data. Kandidat aplikasi merupakan sebuah tujuan mempersingkat agar dapat membantu kebutuhan pada proses bisnis pada organisasi [5].

Tabel 4. Tabel Arsitektur Aplikasi

Aktifitas	Kebutuhan	Usulan SI/TI	Keterangan
Pembelajaran interaktif	Platform kelas virtual	Pengembangan aplikasi metaverse yang terintegrasi dengan teknologi AR/VR	Menyediakan lingkungan belajar yang interaktif untuk mahasiswa dan dosen
Manajemen pengguna	Autentikasi pengguna (mahasiswa, dosen dan administrator)	Sistem autentikasi akses	Mengelola akun pengguna didalam metaverse secara aman
Pengelolaan konten	Menyiapkan konten dalam bentuk virtual	Aplikasi manajemen konten pembelajaran	Memastikan konten tersedia dan dapat diakses dengan mudah oleh mahasiswa, dan dosen
Penilaian	Sistem penilaian mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan secara virtual	Learning Management System (LMS) yang terintegrasi dengan metaverse	Memberikan <i>feedback</i> dan evaluasi
Kolaborasi pengguna	Fitur kolaborasi mahasiswa dan dosen dalam praktikum, proyek kelas, tugas maupun forum diskusi	Fitur kolaborasi dalam kelas virtual	Meningkatkan pengalaman belajar yang <i>immersive</i> antara mahasiswa dan dosen
IT Support	Sistem pelaporan masalah	Helpdesk dan IT Support	Memastikan setiap pengguna mendapatkan bantuan jika terjadi kesalahan
Manajemen infrastruktur	Infrastruktur yang mendukung AR/VR dan jaringan dengan latensi rendah	Infrastruktur IT yang mendukung AR/VR dan jaringan dengan latensi rendah.	Memastikan performa optimal untuk mendapatkan pengalaman metaverse yang lancar dan imersif
Analisis Data	Pengumpulan dan analisis data penggunaan untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan efisiensi sistem.	Sistem analitik	Memberikan <i>feedback</i> untuk perbaikan dan pengambilan keputusan berdasarkan data.
Integrasi sistem perpustakaan	Akses ke sumber daya perpustakaan dari dalam metaverse	Integrasi metaverse dengan perpustakaan	Menyediakan akses mudah ke buku, publikasi dalam lingkungan virtual
Investasi	Dana yang cukup untuk mengembangkan platform metaverse	Rencana anggaran dan sumber dana	Memastikan keberlanjutan dan kualitas platform metaverse melalui dukungan finansial yang memadai.
Pelatihan	Pelatihan untuk dosen dan mahasiswa agar dapat menggunakan teknologi metaverse dengan efektif.	Program Pelatihan dan Workshop Penggunaan Metaverse	Memastikan semua pengguna dapat beradaptasi dengan teknologi baru dan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia dengan optimal.
Pemeliharaan dan evaluasi	Memelihara, memperbarui, dan mengevaluasi platform metaverse agar tetap relevan	Sistem Pemeliharaan Berkelanjutan dan Proses Evaluasi Berkala.	Menjaga platform metaverse agar tetap <i>up-to-date</i> dan aman.

Pengembangan metaverse dalam institusi pendidikan memerlukan beberapa komponen penting yang harus dirancang secara komprehensif. Pembelajaran yang interaktif dalam metaverse membutuhkan platform kelas virtual yang sudah terintegrasi dengan teknologi AR/VR. Manajemen pengguna difasilitasi oleh sistem autentikasi seperti single sign-on atau autentifikasi multifaktor guna memastikan keamanan data pengguna serta menjaga privasi selama proses pembelajaran. Konten pembelajaran dikelola dengan menggunakan aplikasi manajemen konten pembelajaran (LMS) yang telah terintegrasi dengan metaverse untuk memberikan umpan balik dan evaluasi secara cepat dan akurat. Fitur kolaborasi menjadi fitur yang memungkinkan mahasiswa dan dosen bekerja sama dalam proyek kelas, diskusi dan praktikum didalam ruang virtual. Kegiatan ini juga harus didukung melalui sistem *helpdesk* dan *IT support* untuk membantu pengguna dalam menyelesaikan permasalahan teknis. Integrasi sistem perpustakaan dan metaverse memungkinkan pengguna dapat mengakses ke sumber daya pembelajaran. Evaluasi secara berkala sangat penting untuk menjaga platform tetap relevan dan aman bagi pengguna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Strategi perencanaan dan penerapan teknologi untuk proses pembelajaran menggunakan metaverse pada Institusi Jakarta Utara dilakukan dengan menerapkan framework *Enterprise Architecture Planning* (EAP). Fase yang digunakan pada penyusunan strategi dan penerapan teknologi dimulai dari inisialisasi perencanaan, pemodelan bisnis dan sistem teknologi, arsitektur data, aplikasi, dan teknologi, serta rencana implementasi.

Rekomendasi aplikasi yang dibutuhkan untuk mendukung pembelajaran berbasis metaverse mencakup *platform virtual learning environment* berbasis metaverse yang memiliki beberapa fungsionalitas utama: simulasi interaktif, laboratorium virtual, kolaborasi proyek jarak jauh, serta sistem E-Learning yang terintegrasi dengan teknologi VR/AR. Selain itu, usulan tambahan adalah sistem manajemen pengguna dan pelaporan yang canggih untuk mendukung analisis pembelajaran dan peningkatan kualitas pendidikan. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan perencanaan, urutan prioritas pengembangan dan implementasi fungsionalitas sistem adalah Pembuatan dan integrasi *platform VLE* berbasis *metaverse*. Pengembangan simulasi interaktif dan laboratorium virtual. Implementasi sistem *E-Learning* yang terintegrasi. Pengembangan fitur kolaborasi proyek jarak jauh. Sistem Pelaporan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh pengembangan infrastruktur untuk mendukung konektivitas dan latensi rendah menjadi fokus utama untuk memastikan konektivitas yang stabil dan latensi rendah dalam penggunaan *metaverse* dalam

lingkungan pendidikan seperti penerapan jaringan 5G dan *edge computing*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. S. Sasue and A. Wijaya F, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi Menggunakan Enterprise Architecture Planning (EAP) Framework," Bina Komputer, vol. 2, no. 2, pp. 79-87, 2020.
- [2] Suryantara, I. G. (2022). Pengembangan aplikasi penjualan mobil dengan framework scrm. Infotech: Journal Of Technology Information, 1-12
- [3] Rahman. M.R, Andry. J.A, Lee.F.S, Perspective Owner Pada Enterprise Architecture Menggunakan Zachman Di Perusahaan Distributor Mesin. Jurnal Informatika dan Teknologi, Hal, 34-43, 2025
- [4] M.Piranti. F.S. Papilya. Perencanaan Strategis Sistem Informasi Di Sinode GKJ Menggunakan Enterprise Architecture Planning Framework, Journal of Information Systems and Informatics, Journal of Information Systems and Informatics Vol. 3, No. 2, June 2021
- [5] A. W. Nugroho, S. Setiyowati, and A. Kusumaningrum, "Metode Enterprise Architecture Planning Untuk Merencanakan Sistem Informasi Manajemen Anggaran Perguruan Tinggi Swasta," J. Ilm. SINUS, vol. 18, no. 2, p. 43, 2020, doi: 10.30646/sinus.v18i2.477
- [6] M. M. Kostić-Stanković, M. M. Đorđević-Boljanović, and M. M. Štangel-Sušnjarić, "SWOT Analysis in the Strategic Planning Process - Meta-modelling Approach," 2020 9th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MECO49872.2020.9134210.
- [7] Y. Zhang, "SWOT Analysis of 'Internet Plus Social Organization'," 2020 International Conference on Computer Information and Big Data Applications (CIBDA), Wuhan, China, 2020, pp. 390-393, doi: 10.1109/CIBDA50819.2020.9148395
- [8] M. S. Hossain, G. Muhammad, and N. Guizani, "Big Data Value Chain: A Unified Approach for Integrated Data Quality and Security," in Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Atlanta, GA, USA, 2020, pp. 21-30, doi: 10.1109/BigData50022.2020.9378136.
- [9] A. S. Sani, M. A. Hossain, and M. S. Hossain, "Supply Chain Practices for a Sustainable Value Chain," IEEE Access, vol. 9, pp. 123456-123469, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3078901
- [10] E. Park, S. Maddirala, P. Eckert, M. R. High, and S. # Advisor, "A New Era for Technology:

- How the Metaverse Will Transform Retail.” [Online]. Available: www.JSR.org/hs
- [11] M. A. M. AlGerafi, Y. Zhou, M. Oubibi, and T. T. Wijaya, “Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education,” *Electronics* (Switzerland), vol. 12, no. 18. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Sep. 01, 2023. doi: 10.3390/electronics12183953.
- [12] A. R. Wardhana, "Implementasi teknologi augmented dan virtual reality dalam penelitian arsitektur," *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan dan Lingkungan*, vol. 13, no. 2, pp. 45-56, Jul 2024