



Penerapan 3D Mapping pada Pameran Virtual Karya Seni Digital Mahasiswa Menggunakan Metode MDLC

Gres Destina Telaumbanua^{a*}, Claretta Sastrokusumo^b

^{a,b} Teknik Informatika, Universitas Universal, Batam, 29444, Indonesia

ARTICLE INFO

Accepted by the Editor: 28 Mei 2025
Final Revision: 21 September 2025
Published Online: 30 September 2025

KEYWORDS

3d model; projection mapping; scale model; stage design; lateral thinking

CORRESPONDENCE*

E-mail:
grestelaumbanua30@gmail.com

ABSTRACT

Penerapan teknologi video mapping sebagai media seni visual interaktif yang memadukan unsur kreativitas, teknologi, dan komunikasi visual melalui perkembangan pesat teknologi multimedia dalam era Revolusi Industri 4.0 yang mendorong transformasi media pembelajaran dan ekspresi seni digital. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji penerapan video mapping dalam menciptakan pengalaman visual imersif serta memahami peranannya sebagai sarana edukatif, kultural, dan promosi. Metode yang digunakan adalah studi pustaka, observasi, serta pendekatan Research and Development melalui tahapan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) untuk menganalisis proses perancangan dan implementasi karya. Data diperoleh dari hasil observasi pameran karya digital serta wawancara dengan seniman dan teknisi yang terlibat dalam produksi video mapping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa video mapping tidak hanya berfungsi sebagai media hiburan visual, tetapi juga memiliki potensi besar dalam memperkuat narasi budaya, memperkaya pengalaman ruang, dan meningkatkan daya tarik edukasi maupun pariwisata. Proses produksi memerlukan kolaborasi multidisipliner serta penyesuaian visual terhadap objek proyeksi agar tercipta ilusi yang realistis. Kesimpulannya, video mapping merupakan media komunikasi modern yang mampu menghadirkan pengalaman seni imersif dan partisipatif, dengan peluang besar untuk diterapkan dalam bidang pendidikan, budaya, serta industri kreatif berbasis teknologi digital.

1. Introduction

Perkembangan teknologi digital saat ini telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai bidang, termasuk dunia pendidikan dan seni. Transformasi digital memungkinkan proses penciptaan, penyajian, serta apresiasi karya seni tidak lagi terbatas pada ruang fisik. Salah satu inovasi yang muncul dari kemajuan teknologi ini adalah pameran virtual, yaitu bentuk penyajian karya seni dalam ruang digital tiga dimensi yang dapat diakses secara daring. Pameran virtual memberikan kemudahan bagi pengunjung untuk menjelajahi karya tanpa batasan waktu dan tempat, serta membuka peluang bagi mahasiswa seni untuk menampilkan hasil karyanya secara lebih interaktif dan imersif [1].

Pada era teknologi yang semakin berkembang saat ini kemajuan teknologi multimedia khususnya pada bidang pendidikan, memaksa kita untuk mengikuti perkembangannya, salah satu teknologi multimedia yang digunakan dalam pendidikan ialah animasi, animasi digunakan sebagai alat bantu dalam proses belajar, animasi dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang menarik bagi pendidikan anak usia dini [2]. Animasi ialah proses membuat objek yang aslinya objek mati, kemudian disusun dalam posisi yang berbeda seolah menjadi hidup [3]. Di dalam animasi ada dua objek penting, yaitu objek atau gambar dan alur gerak. Animasi secara umum dapat dikatakan sebagai suatu sequence gambar yang ditampilkan pada tenggang waktu (*timeline*) tertentu sehingga tercipta sebuah ilusi gambar bergerak [4].

Namun demikian, pameran virtual yang banyak dikembangkan masih bersifat dua dimensi atau menggunakan model galeri statis. Kondisi ini menyebabkan pengalaman pengguna kurang maksimal, terutama dalam menampilkan kedalaman, pencahayaan, serta atmosfer ruang yang menyerupai kondisi nyata [5]. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pendekatan teknologi yang mampu merepresentasikan karya dalam bentuk yang lebih realistis dan dinamis. Salah satu teknologi yang relevan untuk kebutuhan tersebut adalah 3D Mapping, yaitu teknik pemetaan objek tiga dimensi pada permukaan digital sehingga menciptakan ilusi ruang, volume, dan tekstur yang lebih nyata. Melalui penerapan 3D Mapping, karya seni digital mahasiswa dapat disajikan secara lebih interaktif, memberikan pengalaman visual yang mendalam, dan meningkatkan daya tarik pameran [6].

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan 3D Mapping berpotensi besar dalam dunia seni dan pendidikan. Misalnya, penerapan video mapping pada desain panggung sebagai strategi visual untuk produksi pertunjukan berbasis teknologi yang mampu menghasilkan visual yang menyenangkan bagi penonton [7]. Penelitian lain tentang penerapan video mapping pada pertunjukan animasi edukasi pola asuh anak melalui penerapan *Growth Mindset* yang mampu menyajikan pertunjukan yang memukau dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan [8]. Meski demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penerapan 3D Mapping di bidang arsitektur, promosi produk, atau pertunjukan multimedia, belum banyak yang menyoroti penerapannya secara spesifik dalam konteks pameran virtual karya seni digital mahasiswa [9].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) telah terbukti efektif dalam mengembangkan berbagai bentuk media interaktif, terutama di bidang pendidikan dan seni digital. Berdasarkan hasil kajian [10], penggunaan MDLC dalam pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis multimedia mampu meningkatkan kualitas tampilan visual dan interaktivitas pengguna, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan MDLC pada media berbasis Android dapat memperkuat motivasi belajar serta meningkatkan keterlibatan pengguna dalam proses pembelajaran [11]. Selanjutnya, hasil penelitian yang menerapkan MDLC pada produksi animasi tiga dimensi

mengungkap bahwa metode ini mampu memberikan struktur pengembangan yang sistematis, mulai dari konseptualisasi hingga tahap distribusi, sehingga menghasilkan produk multimedia dengan kualitas visual yang lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [12]. Temuan serupa juga ditunjukkan oleh studi yang memanfaatkan MDLC untuk pengembangan media interaktif bertema edukatif, di mana tahapan perancangan dan pengujian yang terstruktur mendukung terciptanya pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual [13]. Selain itu, penelitian yang menerapkan MDLC dalam pengembangan animasi 3D bertema budaya lokal membuktikan bahwa metode ini mampu memfasilitasi integrasi unsur seni dan teknologi secara harmonis, serta efektif dalam memperkenalkan nilai-nilai budaya melalui media digital [14]. Berdasarkan berbagai temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa MDLC merupakan metode yang relevan dan fleksibel dalam pengembangan produk multimedia interaktif, termasuk dalam konteks penerapan teknologi 3D Mapping pada pameran virtual karya seni digital mahasiswa [15].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan menerapkan teknologi 3D Mapping dalam pembuatan pameran virtual karya seni digital mahasiswa, dengan menggunakan Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) sebagai pendekatan pengembangan sistem. MDLC dipilih karena metode ini bersifat sistematis dan sesuai untuk proses pembuatan aplikasi multimedia, mulai dari tahap konseptualisasi, desain, pengumpulan bahan, perakitan, hingga pengujian dan distribusi. Dengan pendekatan ini, diharapkan proses perancangan pameran dapat lebih terarah dan menghasilkan produk virtual yang berkualitas tinggi serta mudah diimplementasikan.

Adapun pertanyaan utama dalam penelitian ini berfokus pada bagaimana penerapan teknologi 3D Mapping dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam pameran virtual karya seni digital mahasiswa, bagaimana tahapan pengembangan pameran virtual karya seni digital tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), serta sejauh mana efektivitas pameran virtual berbasis 3D Mapping dalam mendukung apresiasi terhadap karya seni mahasiswa. Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi 3D Mapping dalam pameran virtual karya seni digital mahasiswa, mendeskripsikan tahapan pengembangan pameran virtual menggunakan metode MDLC, serta

mengevaluasi tingkat interaktivitas dan efektivitas pameran virtual dalam meningkatkan apresiasi terhadap karya seni digital mahasiswa. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan media pameran digital yang inovatif.

2. Methodology

Dalam proses pengembangan media berbasis multimedia, diperlukan suatu pendekatan metodologis yang sistematis untuk memastikan setiap tahap produksi berjalan sesuai tujuan dan menghasilkan produk yang berkualitas [16]. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan unsur konseptual, estetika, dan kebutuhan pengguna sebagai bagian dari keseluruhan sistem pengembangan [17]. Salah satu model yang banyak diadopsi dalam penelitian dan praktik pengembangan multimedia adalah *Multimedia Development Life Cycle* [18]. Model ini dikembangkan untuk memberikan kerangka kerja yang terstruktur mulai dari tahap perumusan konsep hingga distribusi produk akhir. Melalui metode tersebut, proses pengembangan menjadi lebih terarah, terukur, dan dapat dievaluasi secara menyeluruh, sehingga menghasilkan media yang efektif, interaktif, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran maupun komunikasi visual yang diharapkan [19].

Konsep

Pada tahap ini, peneliti atau pengembang menentukan tujuan proyek, target pengguna, serta pesan utama yang ingin disampaikan. Tahap ini juga mencakup identifikasi kebutuhan, ide cerita, dan pemilihan media yang akan digunakan (teks, gambar, suara, animasi, video) [20].

Desain

Tahap desain merupakan kegiatan yang berfokus pada perancangan tampilan dan alur interaksi. Pengembang membuat storyboard, naskah visual atau audio, serta struktur navigasi. Tujuannya agar semua elemen multimedia saling terhubung dan sesuai dengan konsep yang dirancang sebelumnya [21].

Pengumpulan Materi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan semua bahan pendukung, seperti gambar, video, animasi, efek suara, narasi, atau model 3D. Materi dapat berasal dari hasil produksi sendiri, seperti pemotretan

atau perekaman dan bahkan dari sumber eksternal yang legal [22]. Jika diperlukan, dibuat pula objek visual atau animasi baru.

Penyusunan atau Pembuatan

Di tahap ini semua elemen multimedia dirakit menggunakan perangkat lunak seperti 3Ds Max, Adobe Animate, Unity, Resolume). Proses ini menggabungkan teks, gambar, suara, video, dan animasi menjadi satu kesatuan media interaktif [18]. Hasil akhirnya berupa prototipe atau versi awal dari produk multimedia.

Pengujian

Setelah media selesai dirakit, dilakukan pengujian fungsi dan kelayakan. Pengujian mencakup aspek teknis seperti apakah tombol, animasi, dan suara berjalan lancar, serta aspek non-teknis seperti apakah isi dan pesan tersampaikan dengan baik kepada pengguna) [19]. Umpan balik dari pengujian digunakan untuk memperbaiki kekurangan.

Distribusi

Tahap terakhir yang dilakukan peneliti adalah menyebarkan produk multimedia kepada pengguna sesuai tujuannya, misalnya dipamerkan, dipublikasikan di internet, atau digunakan dalam proses pembelajaran [20]. Pada tahap ini juga dilakukan analisis data dari hasil umpan balik dari para pengguna untuk menilai efektivitas dan penerimaan produk menggunakan alat analisis seperti Excel atau aplikasi lainnya [23].

3. Results and Discussion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa video mapping bukan hanya sekadar teknik proyeksi visual, tetapi telah berkembang menjadi media seni yang kompleks dan interaktif. Dalam observasi terhadap pertunjukan video mapping di Pameran Virtual Karya Seni Digital Mahasiswa ditemukan bahwa perpaduan antara cahaya, suara, dan bentuk arsitektural objek yang diproyeksikan menciptakan pengalaman visual yang imersif bagi penonton. Proyeksi ini mampu mengubah persepsi terhadap ruang dan bentuk, karena teknologi video mapping memungkinkan permukaan datar maupun tidak rata menjadi kanvas yang hidup dan dinamis.

Dari wawancara dengan para seniman dan teknisi yang terlibat, diperoleh informasi bahwa proses pembuatan karya video mapping memerlukan tahapan yang cukup panjang, mulai dari pemetaan permukaan objek, penyusunan storyboard visual,

produksi animasi, hingga sinkronisasi dengan audio. Mereka menyebutkan bahwa salah satu tantangan utama adalah menyesuaikan desain visual dengan kontur dan tekstur objek proyeksi, agar ilusi yang dihasilkan terlihat realistis dan sesuai konsep artistik. Selain itu, aspek teknis seperti pencahayaan sekitar, posisi proyektor, dan perangkat lunak yang digunakan (misalnya Resolume, MadMapper, atau TouchDesigner) sangat memengaruhi kualitas akhir karya.

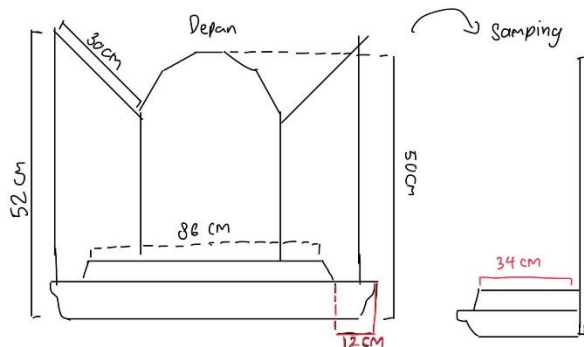
Dari sisi persepsi audiens, berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi, video mapping memberikan dampak emosional yang kuat. Banyak penonton menunjukkan kekaguman dan ketertarikan, terutama saat proyeksi berhasil menciptakan ilusi gerak atau transformasi bentuk bangunan secara dramatis. Hal ini menunjukkan bahwa video mapping memiliki potensi besar sebagai media komunikasi visual, edukasi, hingga promosi pariwisata, tergantung pada konten dan konteks penyajiannya.

Konsep

Pada tahap ini, peneliti atau pengembang menentukan tujuan proyek, target pengguna, serta pesan utama yang ingin disampaikan. Tahap ini juga mencakup identifikasi kebutuhan, ide cerita, dan pemilihan media yang akan digunakan, baik dalam bentuk teks, gambar, suara, animasi, video, dan bentuk lainnya yang akan di perlukan pada proses pengembangan proyek.

Desain

Tahap desain merupakan kegiatan yang berfokus pada perancangan tampilan dan alur interaksi. Pengembang membuat storyboard, naskah visual atau audio, serta struktur navigasi. Tujuannya agar semua elemen multimedia saling terhubung dan sesuai dengan konsep yang dirancang sebelumnya. Pada tahap ini peneliti melakukan desain ukuran dan model panggung yang akan dikembangkan.



Gambar 1. Rancangan Panggung

Pengumpulan Materi

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan materi seperti konten video yang akan diputar pada objek mapping, pemilihan bahan yang akan digunakan membuat model panggung berdasarkan hasil perancangan pada tahap desain, animasi, efek suara, narasi, atau model 3D. Materi dapat berasal dari hasil produksi sendiri, seperti pemotretan atau perekaman dan bahkan dari sumber eksternal yang legal. Jika diperlukan, dibuat pula objek visual atau animasi baru.

Penyusunan atau Pembuatan

Di tahap ini semua elemen multimedia dirakit menggunakan perangkat lunak seperti 3Ds Max, Adobe Animate, Unity, Resolume). Proses ini menggabungkan teks, gambar, suara, video, dan animasi menjadi satu kesatuan media interaktif. Hasil akhirnya berupa prototipe atau versi awal dari produk multimedia.



Gambar 2. Instalasi video mapping pada objek 3D

Pengujian

Setelah media selesai dirakit, dilakukan pengujian fungsi dan kelayakan. Pengujian mencakup aspek teknis seperti apakah tombol, animasi, dan suara berjalan lancar, serta aspek non-teknis seperti apakah isi dan pesan tersampaikan dengan baik kepada pengguna). Umpan balik dari penguji digunakan untuk memperbaiki kekurangan.

Distribusi

Tahap terakhir yang dilakukan peneliti adalah menyebarkan produk multimedia kepada pengguna

sesuai tujuannya, misalnya dipamerkan, dipublikasikan di internet, atau digunakan dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini juga dilakukan analisis data dari hasil umpan balik dari para pengguna untuk menilai efektivitas dan penerimaan produk menggunakan alat analisis seperti Excel atau aplikasi lainnya.

Banyak penonton menunjukkan kekaguman dan ketertarikan, terutama saat proyeksi berhasil menciptakan ilusi gerak atau transformasi bentuk bangunan secara dramatis. Hal ini menunjukkan bahwa video mapping memiliki potensi besar sebagai media komunikasi visual, edukasi, hingga promosi pariwisata, tergantung pada konten dan konteks penyajiannya.

Diskusi lebih lanjut menunjukkan bahwa video mapping juga membawa nilai simbolik dan kultural. Dalam beberapa karya, tema lokal dan narasi sejarah dimasukkan ke dalam visual yang diproyeksikan, sehingga menciptakan hubungan antara teknologi modern dan identitas budaya setempat. Dengan demikian, video mapping tidak hanya berfungsi sebagai hiburan visual, tetapi juga sebagai media untuk memperkuat narasi kolektif suatu komunitas atau wilayah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa video mapping adalah bentuk seni multidisiplin yang melibatkan kreativitas, teknologi, dan interaksi ruang. Kekuatan utamanya terletak pada kemampuannya mengubah persepsi terhadap ruang fisik dan menciptakan pengalaman yang mendalam bagi penontonnya. Oleh karena itu, pengembangan video mapping di masa depan sangat potensial untuk digarap tidak hanya dalam ranah seni, tetapi juga pendidikan, arsitektur, branding, dan pariwisata.

4. Conclusions

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa video mapping merupakan perpaduan antara teknologi proyeksi dan kreativitas artistik yang mampu menghadirkan pengalaman visual imersif serta memperkuat pesan naratif melalui transformasi objek tiga dimensi. Teknik ini tidak hanya memberikan nilai estetika, tetapi juga berpotensi besar diterapkan dalam bidang pendidikan, promosi budaya, dan industri kreatif. Proses pembuatannya yang kompleks menuntut kolaborasi multidisipliner antara seniman dan teknolog. Sebagai saran, pengembangan video mapping perlu mendapat dukungan dari pemerintah, institusi pendidikan, dan

pelaku industri agar dapat diimplementasikan secara luas. Diperlukan pula pelatihan, penyediaan fasilitas, dan akses teknologi yang merata agar potensi media ini dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, peningkatan kesadaran masyarakat terhadap nilai artistik dan edukatif video mapping penting dilakukan melalui kegiatan kolaboratif dan pameran interaktif.

Reference

- [1] S. Rayhan, H. Amnur, and T. Gusman, "3D Virtual Tour Rumah Gadang Istana Pagaruyuang Menggunakan Unreal Engine 4 Berbasis Desktop," *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–41, 2021, doi: 10.62527/jitsi.2.2.30.
- [2] A. Setiawan, "Perancangan Cerita Rakyat Sangkuriang Menggunakan Teknik Video Mapping," *PANTUN J. Ilm. Seni Budaya*, vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.26742/pantun.v7i2.2255.
- [3] M. Fitri and H. Nur, "Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan," *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 3, no. 1, pp. 101–109, 2021.
- [4] M. Sholikhah, "Manajemen Program Unggulan Dalam Meningkatkan Kompetensi Lulusan Di MAN 2 Gresik," 2021.
- [5] S. Puspasari and D. Dhamayanti, "Sosialisasi Eksistensi Museum Dr. Ak.Gani Di Pameran Bersama Museum Se-Sumsel Untuk Peningkatan Kunjungan Eduwisata," *Reswara J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 745–750, 2022, doi: 10.46576/rjpk.v3i2.1972.
- [6] L. T. De Paolis, S. Liaci, G. Sumerano, and V. De Luca, "A Video Mapping Performance as an Innovative Tool to Bring to Life and Narrate a Pictorial Cycle," *Inf.*, vol. 13, no. 3, pp. 1–11, 2022, doi: 10.3390/info13030122.
- [7] J. Angreyani and C. Natali, "Implementasi Desain Panggung Tiga Dimensi dan Video Mapping sebagai Strategi Visual dalam Produksi Pertunjukan," vol. 1, no. 1, pp. 8–13, 2025.
- [8] K. Thionuartha, "Integrasi Video Mapping dan Animasi sebagai Media Edukasi Pola Asuh Anak dengan Penerapan Growth Mindset," vol. 1, no. 1, pp. 28–34, 2025.
- [9] A. Qodryantha *et al.*, "Pembangunan Sistem Pengawasan Cerdas Dengan Visualisasi 3D Development Of Smart Surveillance System With 3D Visualization," vol. 9, no. 1, pp. 465–480, 2023.
- [10] N. Purwandari and J. Gatc, "Aplikasi Pembelajaran Berbasis Multimedia Di SDIT Al-Kautsar Cikarang Dengan Metode MDLC," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 41–52, 2020.
- [11] F. N. Kumala, J. Ibrahim, H. Anggi Ambarwati, S. Mafulah, and S. Rahayu, "Mock Up Based on Android Through Multimedia Development Live Cycle: Science Meaningfull Learning," *J. Educ. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 133–145, 2023, doi: 10.23887/jet.v7i1.51890.
- [12] W. Novayani and G. Eka Budiansyah, "Implementasi MDLC dan Pose to Pose dalam Film Animasi 3D Sejarah Kerajaan Melayu Siak," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 6, no. 1, pp. 98–103, 2022, doi: 10.30871/jaic.v6i1.3367.
- [13] Yani Ami Atun; Bryan Bagus Pambudi; Bayu Azra Maulana, "Interactive Multimedia Development of Indonesian Endemic Plants: Species Uniqueness with MDLC Approach," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 5, no. 7, 2024.
- [14] I. Y. Sumendap, V. Tulenan, S. Diane, and E. Paturusi, "Pembuatan Animasi 3 Dimensi Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (Studi Kasus : Tarian Dana Dana Daerah Gorontalo)," *Pembuatan Animasi 3 Dimens. Menggunakan Metod. Multimed. Dev. Life Cycle (Studi Kasus Tarian Dana Dana Drh. Gorontalo)*, vol. 14, no. 2, pp. 227–234, 2019.
- [15] K. Kaharuddin, K. Musliadi, H. Kurniawan, and S. Ilwan, "Penerapan Augmented Reality Dalam Pengenalan Peralatan Manufaktur Pada Prodi Teknik Industri Universitas Universal," *J. Tekinkom (Teknik Inf. dan Komputer)*, vol. 7, no. 1, pp. 402–409, 2024.

- [16] M. KH, K. Kaharuddin, Y. Roza, and Y. Pernando, "Aplikasi Pembelajaran Al-Qur'an 'Madina' Memanfaatkan Teknologi Digital Pada Anak Usia Dini Berbasis Android Menggunakan Metode Rapid Application Development," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 812–821, 2025, doi: 10.47065/josh.v6i2.6102.
- [17] Y. Roza, M. KH, Y. Pernando, I. Syafrinal, and K. Kaharuddin, "Rancang Bangun Monitoring Debit Air PDAM Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *SKANIKA Sist. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 214–223, 2024.
- [18] S. Sodikin, Y. Efendi, and Y. Yatimollah, "Implementation of the Multimedia Development Life Cycle in Making Educational Games About Indonesia," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 8, no. 2, p. 595, 2023.
- [19] W. E. Widiati, M. Murhadi, and W. T. Saputro, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Tata Surya Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, p. 197, 2023, doi: 10.30872/jurti.v7i2.13426.
- [20] S. Solehatin, S. Aslamiyah, D. A. A. Pertiwi, and K. Santosa, "Augmented reality development using multimedia development life cycle (MDLC) method in learning media," *J. Soft Comput. Explor.*, vol. 4, no. 1, pp. 31–38, 2023, doi: 10.52465/josce.v4i1.118.
- [21] D. Aldo, M. Ilmi, and H. Hariselmi, "Pengembangan Multimedia Interaktif Hewan Berbisa dengan Metode Multimedia Development Life Cycle," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 364–373, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2669.
- [22] I. Benawan, D. M. K. Nugraheni, B. Noranita, and G. Aryotejo, "Digital Education Game for TK-A Level Students Using Multimedia Development Life Cycle Method," *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–83, 2023, doi: 10.29407/intensif.v7i1.18671.
- [23] K. Musliadi, *Membuat Laporan dan Analisis Data dengan PivotTable*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2016. [Online]. Available: <https://www.gramedia.com/products/conf-membuat-laporan-dan-analisis-data-dengan-pivottable>