

Perancangan Aset dan Lingkungan 3D untuk Media Pelatihan Pengawas Konstruksi Berbasis Web 3D

Muhamad Alfi Nabil

*Program Studi Teknik Multimedia Digital, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta
Depok, Jawa Barat, Indonesia
muhamad.alfinabil.tik22@mhs.wpnj.ac.id*

Abstract

Training of construction site supervisors requires visual media that help new supervisors understand project conditions before undertaking on-the-job training (OJT). At PT Bumi Madani, new supervisors still struggle to connect two-dimensional project documents with the physical field condition, particularly in recognizing building forms, spatial layout, material positions, occupational health and safety (K3) objects, work progress, and work non-conformities. This study aims to design and evaluate 3D assets and environments as visual components of Web 3D-based construction supervisor training media, using Building A of SDN Duren Seribu 4 as a case study. The design applies the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method, comprising the concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution stages. The assets were built in Blender, textures were processed in Adobe Photoshop, and visual testing was conducted in Unity. Alpha testing achieved 100% technical conformity, while usability testing obtained an 86.67% task completion rate. These results indicate that the 3D assets and environments are feasible as supporting visual components for the training media because they meet both technical conformity and user visual readability.

Keywords: 3D assets; 3D environment; training media; construction supervisor; Web 3D; MDLC

Abstrak

Pelatihan pengawas pelaksana konstruksi memerlukan media visual yang membantu pengawas baru memahami kondisi proyek sebelum menjalani on-the-job training (OJT). Di PT Bumi Madani, pengawas baru masih kesulitan menghubungkan dokumen proyek dua dimensi dengan kondisi fisik lapangan, terutama dalam mengenali bentuk bangunan, pembagian ruang, posisi material, objek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), progres pekerjaan, serta ketidaksesuaian pekerjaan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi aset serta lingkungan 3D sebagai komponen visual media pelatihan pengawas konstruksi berbasis Web 3D dengan studi kasus Gedung A SDN Duren Seribu 4. Perancangan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri atas tahap concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Aset dibuat menggunakan Blender, tekstur diolah menggunakan Adobe Photoshop, dan pengujian visual dilakukan di Unity. Hasil alpha testing menunjukkan kesesuaian teknis sebesar 100%, sedangkan usability testing memperoleh task completion rate sebesar 86,67%. Berdasarkan hasil tersebut, aset dan lingkungan 3D dinyatakan layak sebagai komponen visual pendukung media pelatihan karena telah memenuhi aspek kesesuaian teknis dan keterbacaan visual pengguna.

Kata kunci: aset 3D; lingkungan 3D; media pelatihan; pengawas konstruksi; Web 3D; MDLC

I. PENDAHULUAN

Aset dan lingkungan 3D merupakan komponen visual digital tiga dimensi yang merepresentasikan susunan objek, ruang, area, serta elemen pendukung suatu lingkungan. Dalam konteks media pelatihan, lingkungan 3D memungkinkan pengguna mengenali ruang, peralatan, dan konteks kerja secara visual sebelum terjun ke lapangan nyata [1]. Penggunaan lingkungan virtual interaktif terbukti meningkatkan keterlibatan pengguna, pemahaman kontekstual, dan kualitas pengalaman belajar melalui simulasi yang menyerupai kondisi nyata [2]. Pada bidang konstruksi, pemanfaatan lingkungan 3D relevan karena pekerjaan proyek berkaitan langsung dengan bentuk bangunan, hubungan antarruang, posisi material, tahapan progres, serta kondisi lingkungan kerja yang perlu dipahami secara visual [3].

Pengawas pelaksana bertugas memastikan pekerjaan fisik kontraktor sesuai dengan dokumen proyek, seperti gambar kerja, RAB, RKS, serta ketentuan mutu dan waktu. PT Bumi Madani

membentuk kompetensi pengawas baru melalui on-the-job training (OJT), yaitu penugasan langsung ke lapangan dengan pendampingan pengawas senior. Namun, proses adaptasi memerlukan waktu karena pemahaman kondisi ruang dan hubungan antarelemen proyek umumnya diperoleh melalui pengalaman langsung, sedangkan materi konvensional berbasis dokumen dua dimensi belum sepenuhnya menjembatani kebutuhan pemahaman spasial tersebut [4].

Berdasarkan hasil wawancara dengan konsultan PT Bumi Madani, persiapan prapelaksanaan bagi pengawas baru selama ini hanya berupa pengarahan singkat satu hingga dua hari untuk mempelajari dokumen gambar kerja, RAB, RKS, serta cara pelaporan. Narasumber menyatakan bahwa pengawas baru belum memiliki gambaran visual mengenai kondisi lapangan sehingga sekitar 30% pengawas baru membutuhkan waktu adaptasi lebih lama. Kesalahan yang paling sering terjadi berupa ketidakakuratan dalam menilai progres pekerjaan serta rendahnya kepekaan terhadap ketidaksesuaian kecil seperti

kerataan, kelurusan, dan retak halus. Dengan demikian, masalah utama adalah belum tersedianya media visual yang membantu pengawas baru mengenali kondisi proyek secara terstruktur sebelum terlibat langsung di lapangan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aset dan lingkungan 3D berperan penting dalam efektivitas media pelatihan. Sistem multimedia spasial 3D mampu membantu pengguna memahami objek, ruang, dan kondisi lingkungan secara lebih konkret melalui eksplorasi visual [5]. Dalam konteks konstruksi, visualisasi 3D berbasis web dapat menampilkan bangunan secara lebih jelas, mendukung identifikasi potensi masalah, serta membantu pengambilan keputusan pada proyek [6]. Selain itu, tingkat kedekatan visual aset 3D dengan kondisi nyata turut memengaruhi kualitas pemahaman pengguna [7]. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan aset dan lingkungan 3D Gedung A SDN Duren Seribu 4 yang mencakup elemen bangunan, pembagian ruang, progres pekerjaan, material konstruksi, objek K3, serta representasi ketidaksesuaian pekerjaan. Rumusan masalah penelitian adalah bagaimana merancang aset dan lingkungan 3D untuk media pelatihan pengawas konstruksi berbasis Web 3D, dengan tujuan menghasilkan aset dan lingkungan 3D yang memberikan gambaran awal kondisi proyek bagi pengawas sebelum mengikuti OJT.

II. METODOLOGI PENELITIAN

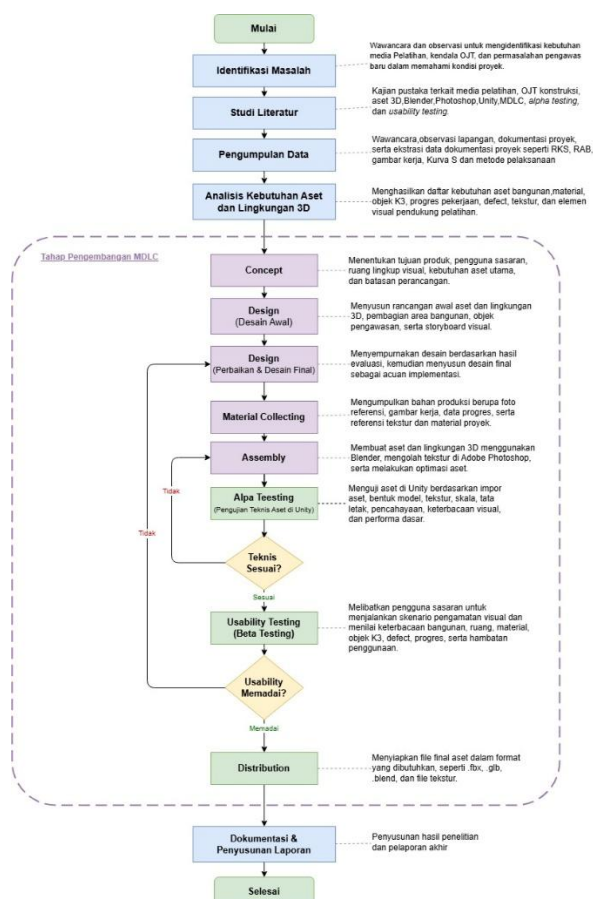
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk menganalisis kebutuhan aset dan lingkungan 3D berdasarkan studi literatur, wawancara, observasi lapangan, dokumen proyek, dan kebutuhan skenario simulator. Metode MDLC dipilih karena produk yang dikembangkan berupa aset dan lingkungan 3D sebagai komponen visual simulator interaktif berbasis Web 3D, dengan tahapan concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Produk yang dihasilkan adalah aset dan lingkungan 3D Gedung A SDN Duren Seribu 4, dibuat menggunakan Blender, diolah teksturnya menggunakan Adobe Photoshop, dan diuji di Unity.

Objek penelitian adalah aset dan lingkungan 3D Gedung A SDN Duren Seribu 4 yang mencakup model bangunan, pembagian ruang, progres pekerjaan Week 4 sampai Week 7, area kerja, material proyek, objek K3, tekstur, serta defect yang dapat diamati secara visual. Studi kasus dilaksanakan pada PT Bumi Madani, konsultan pengawas konstruksi di Depok, Jawa Barat. Penelitian dibatasi pada perancangan, pembuatan, dan pengujian kelayakan visual aset serta lingkungan 3D, dan tidak membahas pengembangan sistem simulator secara menyeluruh seperti

pemrograman interaksi, sistem penilaian, maupun basis data.

Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi lapangan, studi dokumentasi, dan ekstraksi data dokumen. Dokumen proyek yang digunakan meliputi gambar kerja, RKS, RAB, kurva S, dan metode pelaksanaan yang diekstraksi menggunakan formulir dua lapis, yaitu identifikasi data dari dokumen sumber dan analisis ekstraksi untuk mengubah data menjadi parameter perancangan. [6]. Wawancara digunakan untuk memperoleh kebutuhan pelatihan dan objek pengawasan, observasi untuk menentukan bentuk bangunan dan tata letak, sedangkan dokumen proyek diterjemahkan menjadi model lingkungan, tekstur, daftar aset material, dan visualisasi progres.

Alur tahapan penelitian ditampilkan pada Gambar 1. Penelitian diawali tahap prapengembangan berupa identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, dan analisis kebutuhan aset, kemudian dilanjutkan dengan tahapan MDLC. Tahapan bersifat iteratif pada bagian pengujian: apabila alpha testing menunjukkan kendala teknis, proses kembali ke tahap assembly; apabila usability testing menunjukkan keterbacaan visual belum memadai, proses kembali ke tahap design atau assembly sesuai kebutuhan perbaikan.



Gambar 1. Rancangan Penelitian / Tahap Penelitian

Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Alpha testing dilakukan secara internal untuk memeriksa kelayakan teknis aset di Unity, meliputi impor aset, tampilan model, tekstur, skala, tata letak objek, keterbacaan defect, dan performa dasar. Alpha testing penting untuk memastikan produk multimedia layak dan stabil sebelum digunakan pengguna [8]. UUsability testing menilai keterbacaan visual aset oleh pengguna sasaran keterbacaan visual aset oleh pengguna sasaran, yaitu peserta OJT, pengawas baru, dan pengawas senior. Data usability testing dianalisis berdasarkan keberhasilan pengguna menyelesaikan tugas dengan status Berhasil (B) dan Tidak Berhasil (TB), mengacu pada penggunaan task success rate sebagai metrik pengujian pada lingkungan virtual [9], menggunakan rumus pada Persamaan (1), dengan B adalah jumlah tugas berhasil dan N adalah jumlah seluruh tugas.

$$\text{Success Rate} = \frac{\text{Jumlah Tugas Berhasil}}{\text{Jumlah Seluruh Tugas}} \times 100\% \quad (1)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Aset

Analisis kebutuhan menjadi bagian dari tahap concept, yang menetapkan bahwa produk yang dikembangkan adalah aset dan lingkungan 3D Gedung A SDN Duren Seribu 4 sebagai komponen visual simulator interaktif berbasis Web 3D untuk mendukung fase prapelaksanaan OJT pengawas baru. Produk disusun dengan memperhatikan keterbacaan visual, kesesuaian bentuk bangunan, proporsi objek, serta keterhubungan aset dengan aspek pengawasan lapangan, yaitu K3, material, metode pelaksanaan, kualitas pekerjaan, dan progres pekerjaan. Berdasarkan acuan tersebut, aset dikelompokkan ke dalam enam kelompok utama sebagaimana disajikan pada Tabel I.

TABEL I. KEBUTUHAN ASET DAN LINGKUNGAN 3D

Kelompok Aset	Fungsi dalam Simulator
Aset bangunan (dinding, lantai, kolom, balok, tangga, kusen, pintu, jendela, plafon, atap)	Membentuk lingkungan utama Gedung A
Aset ruang (kelas, kantor, selasar, toilet, tangga)	Menunjukkan pembagian area pengamatan
Aset material (semen, baja tulangan, pasir, batu split, keramik, gipsium)	Objek pengamatan skenario material
Aset K3 (APAR, P3K, rambu, safety cone, pembatas, APD)	Objek pengamatan skenario K3
Aset defect (retak, permukaan tidak rata, tidak level, beton keropos, kabel terbuka)	Objek pengamatan ketidaksesuaian pekerjaan
Aset pendukung lingkungan (pagar, tumpukan material, palet, alat kerja, jalur)	Memperkuat konteks suasana proyek

Lingkungan Gedung A juga dirancang dalam empat kondisi progres, yaitu Week 4 sampai Week 7, untuk memperlihatkan perubahan elemen bangunan seperti dinding, plester, plafon, kusen, tangga, dan atap sesuai tahapan pelaksanaan. Variasi tersebut disusun berdasarkan data kurva S, dokumen proyek, dan observasi agar pengguna dapat mengenali perkembangan pekerjaan secara bertahap, khususnya pada skenario audit lapangan. Objek pengawasan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu objek material, objek K3, dan objek defect, yang masing-masing dirancang agar memiliki karakter visual berbeda dan ditempatkan sesuai konteks inspeksi serta tingkat risiko area.

B. Implementasi Aset

Implementasi dilakukan pada tahap material collecting dan assembly. Bahan produksi berupa foto lapangan, gambar kerja, referensi bentuk bangunan, referensi tekstur, dan data progres dikumpulkan sebagai acuan. Model bangunan Gedung A dibuat di Blender berdasarkan denah lantai 1, denah lantai 2, serta tampak depan, samping, dan belakang. Objek material, K3, dan defect dimodelkan mengikuti rancangan, Objek material, K3, dan defect dimodelkan mengikuti rancangan. Proses *UV mapping* dan *shading* dilakukan menggunakan Blender, sedangkan tekstur dibuat atau disesuaikan menggunakan Adobe Photoshop. Setelah pemodelan, aset dioptimalkan agar lebih ringan dan siap diintegrasikan ke Unity.

C. Hasil Alpha Testing

Alpha testing dilakukan dengan mengimpor aset hasil ekspor dari Blender ke Unity, kemudian memeriksa tampilan model, tekstur, skala, tata letak, keterbacaan defect, dan performa dasar. Hasil pengujian teknis untuk seluruh aspek disajikan pada Tabel II.

TABEL II. HASIL ALPHA TESTING

Aspek Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
Import aset ke Unity	Masuk ke Unity tanpa error	Sesuai
Tampilan model	Bentuk model tidak berubah	Sesuai
Tekstur	Tidak hilang, tidak pecah, posisi tepat	Sesuai
Skala objek	Proporsional terhadap environment	Sesuai
Tata letak objek	Sesuai area rancangan	Sesuai
Keterbacaan defect	Defect dapat dikenali	Sesuai
Performa dasar	Scene berjalan tanpa gangguan	Sesuai

Berdasarkan Tabel II, seluruh aspek pengujian alpha memperoleh status sesuai. Aset dapat diimpor tanpa pesan galat, bentuk model konsisten dengan rancangan di Blender, tekstur terbaca sesuai UV mapping, skala objek proporsional, tata letak relevan dengan konteks skenario, defect seperti retak dan beton keropos dapat dikenali, serta scene berjalan stabil. Dengan demikian, aset dan lingkungan 3D

dinyatakan layak secara teknis untuk dijalankan di Unity dan dilanjutkan ke tahap pengujian kegunaan.

D. Hasil Usability Testing

Usability testing melibatkan tiga responden, yaitu dua peserta OJT/pengawas baru (R1 dan R2) dan satu pengawas senior (R3). Setiap responden mengerjakan tugas pengamatan visual pada tiga skenario, yaitu K3, material, dan audit lapangan. Hasil penyelesaian tugas tiap responden disajikan pada Tabel III.

TABEL III. HASIL PENYELESAIAN TUGAS USABILITY TESTING PER RESPONDEN

Responden	K3	Material	Audit Lapangan	Total
R1	2/3	3/3	3/4	8/10
R2	3/3	2/3	4/4	9/10
R3	2/3	3/3	4/4	9/10

Berdasarkan Tabel III, R1 menyelesaikan 8 dari 10 tugas, sedangkan R2 dan R3 masing-masing 9 dari 10 tugas. Secara keseluruhan, 26 dari 30 tugas berhasil diselesaikan, sehingga diperoleh task completion rate sebesar 86,67%. Rekapitulasi keberhasilan per skenario disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV. REKAPITULASI TASK COMPLETION RATE USABILITY TESTING

Skenario	Berhasil	Maksimal	Completion Rate
K3	7	9	77,78%
Material	8	9	88,89%
Audit Lapangan	11	12	91,67%
Keseluruhan	26	30	86,67%

Berdasarkan Tabel IV, skenario audit lapangan memperoleh persentase tertinggi (91,67%, kategori sangat baik), skenario material 88,89% (kategori baik), dan skenario K3 terendah 77,78% (kategori cukup). Nilai keseluruhan 86,67% termasuk kategori baik, yang menunjukkan sebagian besar aset dan elemen lingkungan 3D sudah dapat dikenali pengguna. Objek yang berhasil dikenali meliputi kelengkapan APD pekerja, objek K3, material proyek, kondisi visual material, progres pekerjaan, defect, serta tekstur dan warna permukaan pekerjaan.

Status tidak berhasil pada sebagian tugas tidak menandakan kegagalan aset secara keseluruhan, melainkan adanya elemen visual yang perlu diperjelas, yaitu keterbacaan penempatan pembatas area kerja, rambu K3 yang perlu diamati dari jarak lebih dekat, beberapa tekstur material berwarna mirip, serta detail defect berukuran kecil. Temuan ini menjadi dasar evaluasi untuk meningkatkan ukuran, kontras, tekstur, dan penempatan objek. Setelah dinyatakan layak secara teknis dan memadai secara visual, aset disiapkan pada tahap distribution dalam format kerja dan ekspor seperti .blend, .fbx/.glb, serta berkas tekstur, lalu diserahkan sebagai komponen visual simulator interaktif berbasis Web 3D.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan aset dan lingkungan 3D Gedung A SDN Duren Seribu 4 yang mencakup model bangunan, pembagian ruang, elemen bangunan, area kerja, material proyek, objek K3, progres pekerjaan Week 4 sampai Week 7, serta contoh defect visual. Perancangan dilakukan menggunakan metode MDLC dengan data dari wawancara, observasi, dokumentasi, gambar kerja, RAB, RKS, kurva S, dan metode pelaksanaan. Hasil alpha testing menunjukkan seluruh aspek teknis memperoleh status sesuai, sedangkan usability testing memperoleh task completion rate keseluruhan sebesar 86,67%. Dengan demikian, aset dan lingkungan 3D yang dirancang dinyatakan layak sebagai komponen visual pendukung media pelatihan pengawas konstruksi berbasis Web 3D karena telah memenuhi aspek kesesuaian teknis dan keterbacaan visual pengguna.

Pengembangan selanjutnya disarankan meningkatkan keterbacaan visual pada objek yang masih sulit dikenali, seperti rambu K3, pembatas area kerja, tekstur material berwarna mirip, dan defect berukuran kecil, melalui penyesuaian ukuran, detail tekstur, kontras warna, dan penempatan objek. Selain itu, aset dapat dikembangkan dengan menambah variasi kondisi proyek, jenis material, objek K3, dan contoh defect yang lebih beragam, serta dioptimalkan untuk penggunaan berbasis Web 3D melalui penyesuaian jumlah polygon dan ukuran tekstur agar kualitas visual tetap baik tanpa mengurangi performa simulator.

V. REFERENSI

- [1] S. Gobron et al., "Gamified Simulation for Onboarding Health Care Teams in Emergency Care: Development and Preliminary Feasibility Study," *JMIR Formative Research*, vol. 9, 2025.
- [2] J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, and I. Wohlgenannt, "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda," *Computers & Education*, vol. 147, art. 103778, 2020.
- [3] J. Keil, D. Edler, T. Schmitt, and F. Dickmann, "Creating Immersive Virtual Environments Based on Open Geospatial Data and Game Engines," *KN – Journal of Cartography and Geographic Information*, vol. 71, no. 1, pp. 53–65, 2021.
- [4] I. Mutis and P. Antonenko, "Unmanned Aerial Vehicles as Educational Technology Systems in Construction Engineering Education," *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 27, pp. 273–289, 2022.
- [5] H. Santosa, N. Fauziah, and A. Widisono, "Management and Enhancement of Livable Urban Streetscape through the Development of the 3D Spatial Multimedia System," *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, vol. 9, no. 4, pp. 10–30, 2021.
- [6] I. M. S. Kumara, I. K. A. W. Raharja, and H. Chan, "Integrating BIM with 3D Web Design for Enhanced

- 3D Building Visualization and Safety Planning in Construction Projects,” *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, vol. 3, no. 1, pp. 18–23, 2024.
- [7] R. P. de Oliveira, G. Carim Junior, B. Pereira, D. Hunter, J. Drummond, and M. Andre, “Systematic Literature Review on the Fidelity of Maritime Simulator Training,” *Education Sciences*, vol. 12, no. 11, art. 817, 2022.
- [8] T. Menora, C. H. Primasari, Y. P. Wibisono, T. A. P. Sidhi, D. B. Setyohadi, and M. Cininta, “Implementasi Pengujian Alpha dan Beta Testing pada Aplikasi Gamelan Virtual Reality,” vol. 3, no. 1, 2023.
- [9] N. Hinricher, S. König, C. Schröer, and C. Backhaus, “Effects of virtual reality and test environment on user experience, usability, and mental workload in the evaluation of a blood pressure monitor,” *Frontiers in Virtual Reality*, vol. 4, art. 1151190, 2023.