

Development of Augmented Reality Application for Visualization of Production Building of PT XYZ

Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Untuk Visualisasi Bangunan Produksi PT XYZ

Ali Sofyan¹, Ade Eviyanti²

221080200067@mhs.umsida.ac.id¹, adeeviyanti@umsida.ac.id²

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract This project aims to develop 3D models of PT Aneka Coffee Industry's production facilities and visualize them using Augmented Reality (AR). The primary objective is to enhance visual communication by providing interactive representations of the buildings. The 3D models were created using Blender, and integrated with an AR application built on Unity, allowing real-time interaction and visualization on mobile devices. The integration of 3D models into AR significantly improved the visualization and understanding of building structures, although challenges were identified in optimizing performance on lower-specification devices. AR combined with 3D modeling presents a powerful tool for visualizing complex industrial structures, providing an immersive and interactive experience that improves stakeholder communication.

Keywords - 3d models, augmented reality (ar), visualization, interactive, blender..

Abstrak Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan model 3D dari fasilitas produksi PT Aneka Coffee Industry dan memvisualisasikannya menggunakan Augmented Reality (AR). Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan komunikasi visual dengan menyediakan representasi interaktif dari bangunan-bangunan tersebut. Model 3D dibuat menggunakan Blender, dan diintegrasikan dengan aplikasi AR yang dibangun di atas Unity, yang memungkinkan interaksi dan visualisasi waktu nyata di perangkat seluler. Integrasi model 3D ke dalam AR secara signifikan meningkatkan visualisasi dan pemahaman tentang struktur bangunan, meskipun ada beberapa tantangan yang diidentifikasi dalam mengoptimalkan kinerja pada perangkat dengan spesifikasi yang lebih rendah. AR yang digabungkan dengan pemodelan 3D menghadirkan alat yang ampuh untuk memvisualisasikan struktur industri yang kompleks, memberikan pengalaman yang imersif dan interaktif yang meningkatkan komunikasi para pemangku kepentingan.

Kata Kunci - Model 3d, augmented reality (ar), visualisasi, interaktif, blender.

I. PENDAHULUAN

Pemodelan 3D telah menjadi salah satu teknologi yang sangat penting di berbagai sektor, terutama di bidang arsitektur, manufaktur, dan desain produk. Teknologi ini memungkinkan visualisasi objek fisik secara detail dan realistis, yang memberikan pandangan yang lebih mendalam bagi pemangku kepentingan. Hal ini sangat membantu dalam mengurangi kesalahan desain sebelum produk atau bangunan fisik dibuat [1], [2]. Pemodelan 3D memberikan eksplorasi visual yang lebih baik, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu dan biaya, tetapi juga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih tepat dengan mempertimbangkan seluruh aspek visualisasi objek [3].

Blender, sebagai salah satu perangkat lunak pemodelan 3D sumber terbuka, telah banyak diadopsi oleh industri karena kemampuannya yang fleksibel dalam menciptakan model berkualitas tinggi. Blender mendukung seluruh proses pemodelan dari pembuatan tekstur, pencahayaan, hingga pengelolaan geometri yang kompleks. Keunggulan ini menjadikannya alat yang penting dalam proyek-proyek arsitektural dan desain produk yang memerlukan representasi visual yang akurat [4]. Penggunaannya dalam dunia pendidikan juga semakin meluas, terutama dalam bidang animasi dan simulasi, di mana Blender membantu mengembangkan keterampilan siswa dan profesional dalam menguasai aspek-aspek dasar pemodelan 3D [5].

Meskipun teknologi pemodelan 3D telah banyak diterapkan di berbagai sektor, PT. Aneka Coffee Industry, sebagai salah satu produsen kopi terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan tersendiri dalam memvisualisasikan fasilitas produksinya. Bangunan pabrik yang besar dan kompleks, serta alur produksi yang rumit, sulit dijelaskan hanya melalui gambar dua dimensi atau video. Mitra bisnis dan calon pelanggan sering kali kesulitan memahami skala bangunan dan alur kerja yang ada, yang berpotensi menimbulkan miskomunikasi terkait dengan transparansi dan efisiensi operasional perusahaan. Ketidakmampuan untuk memberikan pemahaman visual yang mendalam mengenai kompleksitas fasilitas produksi ini menghambat upaya PT. Aneka Coffee Industry dalam membangun hubungan bisnis yang lebih kuat dan mengoptimalkan interaksi dengan pihak eksternal [6].

Sebagai solusi, teknologi Augmented Reality (AR) dikombinasikan dengan pemodelan 3D muncul sebagai pendekatan yang inovatif dan efektif. Dengan menggunakan AR, pengguna dapat berinteraksi secara real-time dengan

model 3D bangunan yang dihasilkan, memberikan pengalaman visual yang lebih imersif. Hal ini tidak hanya memungkinkan mitra bisnis untuk lebih memahami skala dan desain bangunan, tetapi juga memungkinkan eksplorasi lebih mendalam terhadap fasilitas produksi tanpa perlu melakukan kunjungan fisik [7]. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi antara AR dan pemodelan 3D belum banyak dieksplorasi dalam konteks industri besar, terutama dalam visualisasi bangunan industri dan perencanaan produksi, meskipun potensinya sangat besar [8], [9].

Selain itu, penerapan AR dan pemodelan 3D juga telah terbukti meningkatkan pemahaman dan efisiensi dalam berbagai bidang lain, seperti pendidikan dan industri kreatif. Penggunaan AR berbasis Android, misalnya, telah berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep spasial dan pemodelan bangun ruang dalam pembelajaran [9]. Dalam industri fesyen, teknologi 3D telah membantu mempercepat proses validasi desain dan mengurangi limbah produksi, yang juga berpotensi diadopsi dalam sektor manufaktur lain [6].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model 3D eksterior bangunan produksi PT. Aneka Coffee Industry menggunakan perangkat lunak Blender, dan mengintegrasikannya dengan aplikasi AR berbasis Unity. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengguna dapat memperoleh pemahaman visual yang lebih baik tentang skala, kompleksitas, dan efisiensi fasilitas produksi PT. Aneka Coffee Industry melalui interaksi real-time yang mendalam.

II. METODE

Proyek ini bertujuan untuk merancang model 3D dari bangunan produksi di PT. Aneka Coffee Industry, dengan fokus pada bagian eksterior. Setiap tahapan dijelaskan secara singkat, mencakup platform dan perangkat lunak yang digunakan, serta proses pembuatan model.

2.1. Subjek Perancangan

Subjek perancangan dalam proyek ini adalah eksterior bangunan produksi milik PT. Aneka Coffee Industry. Proyek ini berfokus pada dua bangunan utama: Ruang Produksi Kopi dan Ruang Penyimpanan Bahan Baku. Kedua bangunan ini dipilih karena kompleksitas arsitekturnya, yang memerlukan representasi digital secara mendetail untuk memastikan skala dan struktur bangunan dapat divisualisasikan secara realistis. Foto dan pengukuran lapangan digunakan sebagai dasar untuk membuat model 3D yang akurat, mencerminkan keadaan bangunan sesungguhnya.

Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini menampilkan tampilan luar bangunan yang menjadi dasar perancangan model 3D:



Gambar 1 Gedung Produksi Kopi

Gedung pada gambar 1. Gedung Produksi Kopi merupakan bagian dari fasilitas produksi yang digunakan untuk penyimpanan produk kopi yang telah selesai diproduksi. Dalam gedung ini, rak penyimpanan diatur dengan rapi dan sistematis, di mana produk kopi disimpan di dalam kardus yang disusun di atas pallet plastik. Pemilihan pallet plastik berongga bertujuan untuk menjaga stabilitas dan memastikan keamanan kardus-kardus selama penyimpanan. Elemen-elemen arsitektur gedung, seperti bentuk fasad dan bukaan pintu, ditampilkan secara akurat dalam model 3D untuk memberikan gambaran yang jelas tentang skala dan layout penyimpanan.



Gambar 2 Gedung Raw Material

Gedung pada Gambar 2. Gedung Raw Material digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku, termasuk kardus kosong, plastik, dan drum yang digunakan dalam proses produksi. Pengaturan di dalam gedung ini menggunakan pallet untuk memudahkan akses dan menjaga kualitas material yang disimpan. Selain itu, model 3D akan menampilkan elemen-elemen struktural penting dari gedung ini, seperti atap dan struktur pendukung lainnya, yang relevan untuk mengilustrasikan fungsi gudang sebagai bagian integral dari rantai pasokan produksi.

Setiap elemen penting pada bangunan tersebut divisualisasikan secara mendetail melalui model 3D untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai fungsi dan skala bangunan dalam konteks fasilitas produksi PT. Aneka Coffee Industry. Model ini juga akan memungkinkan eksplorasi lebih mendalam terhadap desain arsitektur, baik untuk keperluan presentasi bisnis maupun evaluasi internal.

2.2. Platform dan Perangkat Lunak

Dalam proyek ini, perangkat lunak yang digunakan terutama berfokus pada pembuatan dan visualisasi model 3D bangunan produksi, dengan rincian sebagai berikut:

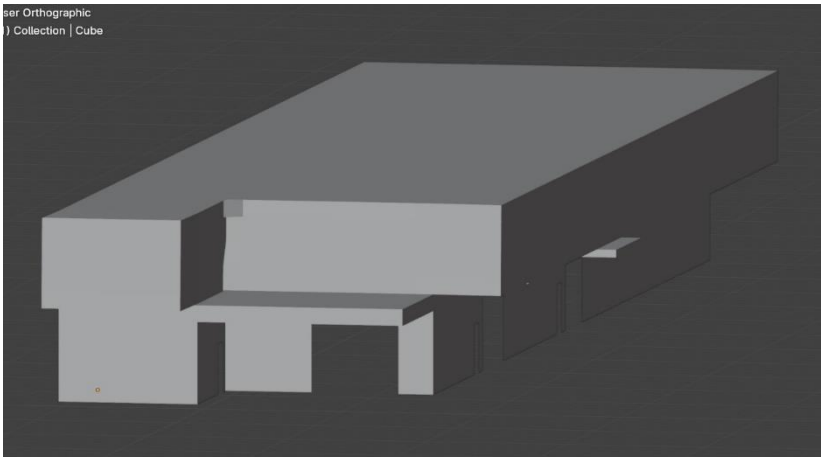
- 1) Blender
Blender digunakan sebagai perangkat lunak utama untuk pembuatan model 3D. Blender dipilih karena memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan model 3D yang realistis dan akurat. Perangkat lunak ini dikenal karena kemampuannya dalam mengelola geometri kompleks, tekstur, dan pencahayaan [1]. Blender juga mendukung ekspor model dalam format yang kompatibel dengan platform lain untuk integrasi lebih lanjut, seperti Unity [2].
- 2) Unity (opsional)
Meskipun bukan fokus utama, Unity digunakan untuk menampilkan model 3D dalam format Augmented Reality (AR). Dengan AR, pengguna dapat berinteraksi secara real-time dengan model bangunan, memberikan pengalaman visual yang lebih mendalam [3]. Unity mendukung pengembangan AR dengan integrasi sederhana dari model yang dibuat di Blender, memudahkan pengujian dan tampilan interaktif model di dunia nyata [4].
- 3) Perangkat Mobile
Setelah model 3D selesai dibuat, perangkat mobile digunakan untuk uji coba menampilkan model dalam aplikasi AR. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa model 3D berjalan lancar dan terlihat realistis di perangkat mobile, serta responsif terhadap interaksi pengguna dalam lingkungan AR [5].

2.3. Tahapan Pemodelan 3D

Proses pembuatan model 3D dilakukan melalui beberapa tahapan utama, dengan fokus pada bagian eksterior bangunan produksi di PT. Aneka Coffee Industry. Setiap tahapan bertujuan untuk membangun elemen-elemen struktural secara akurat dan realistis, mulai dari bentuk dasar hingga detail arsitektural.

2.3.1. Struktur Dasar

Pada tahap pertama, dilakukan pemodelan struktur dasar bangunan menggunakan Blender. Tahap ini berfokus pada pembuatan elemen-elemen utama bangunan seperti dinding dan atap, tanpa penambahan aksesoris atau detail. Model 3D pada tahap ini dibuat dalam bentuk dasar yang menyerupai balok tanpa jendela, pintu, atau elemen dekoratif lainnya. Struktur ini mencakup volume global dan dimensi bangunan, yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan detail. Fokus utama pada tahap ini adalah representasi skala dan geometri yang presisi sesuai dengan data referensi bangunan fisik.



Gambar 3 Struktur dasar model As-bangunan

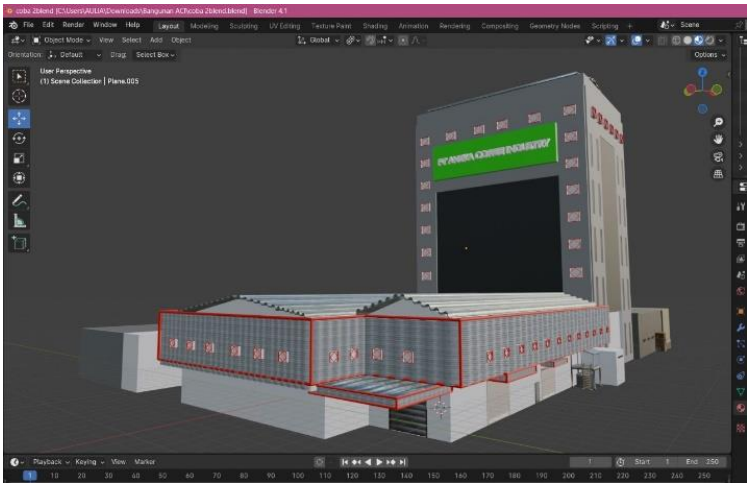
Gambar 3. Struktur Dasar Model As-Bangunan memperlihatkan model 3D dalam bentuk dasar, di mana bangunan divisualisasikan sebagai balok sederhana yang merepresentasikan dimensi dan volume ruang. Pada tahap ini, model belum dilengkapi dengan aksesoris arsitektural seperti jendela, pintu, atau detail lainnya. Struktur ini bertujuan

memberikan gambaran awal mengenai proporsi dan skala bangunan, sebelum penambahan elemen dekoratif pada tahap berikutnya.

2.3.2. Penambahan Detail

Setelah struktur dasar selesai, ditambahkan detail eksterior seperti tekstur dinding, material atap, sSetelah struktur dasar bangunan selesai, tahap berikutnya adalah menambahkan detail arsitektural untuk menciptakan representasi yang lebih realistis dari bangunan. Pada tahap ini, elemen-elemen seperti tekstur dinding, material atap, serta aksesoris dekoratif mulai ditambahkan. Gambar 4 menampilkan model 3D yang mulai mendapatkan detail seperti genteng di atap dan jendela kaca, meskipun belum sepenuhnya selesai. Beberapa elemen, seperti trim di sekitar jendela dan pintu, juga mulai diterapkan untuk memberikan karakteristik visual yang lebih kompleks pada model.

Pada tahap ini, model mulai menunjukkan bentuk yang lebih mendetail dengan tekstur yang mencerminkan bahan asli bangunan seperti dinding beton dan atap genteng. Meskipun penambahan detail belum 100% selesai, model sudah memberikan gambaran awal mengenai tampilan akhir bangunan. Fokus pada tahap ini adalah memastikan bahwa setiap detail mencerminkan elemen arsitektural asli bangunan, sehingga model akhir nantinya dapat memberikan representasi yang akurat [1].



Gambar 4 Penambahan Detail Eksterior Model 3D

Gambar 4. Penambahan Detail Eksterior Model 3D menunjukkan model 3D yang mulai mendapatkan bentuk lebih mendetail, dengan penambahan elemen seperti genteng atap dan jendela kaca. Namun, detail seperti tekstur genteng dan aksesoris di sekitar jendela belum sepenuhnya selesai. Model pada tahap ini menunjukkan progres yang signifikan dalam menciptakan visual bangunan yang realistis dan mendekati tampilan asli di lapangan [2].

2.3.3. Tekstur dan Pencahayaan

Pada tahap ini, pengaplikasian tekstur dan pencahayaan dilakukan untuk menambah realisme model. Tekstur mencerminkan bahan asli dari bangunan, seperti dinding beton, genteng pada atap, dan kayu pada elemen tertentu. Tekstur tersebut ditambahkan untuk memberikan kesan realistis pada model 3D, sehingga menyerupai material bangunan aslinya [2]. Selain itu, pencahayaan juga diterapkan untuk memberikan bayangan dan efek visual yang lebih mendalam, menambah dimensi pada model. Pencahayaan yang tepat penting untuk memberikan efek realistis ketika model digunakan dalam aplikasi AR. Meskipun gambar hasil tahap ini tidak disediakan, pengujian dilakukan melalui simulasi AR untuk memastikan bahwa efek pencahayaan dan tekstur terlihat optimal di berbagai kondisi cahaya pada perangkat mobile [3].

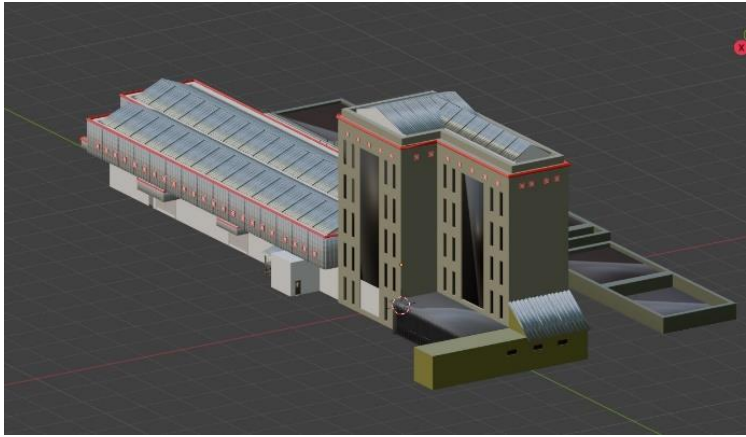
2.3.4. Pengujian dan Validasi

Setelah penerapan tekstur dan pencahayaan, model diuji menggunakan aplikasi AR di perangkat mobile. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa model terlihat realistis dan interaktif, serta memberikan visualisasi yang mendalam kepada pengguna. Pengujian ini dilakukan di berbagai kondisi pencahayaan untuk memastikan bahwa model tetap terlihat realistis dalam penggunaan sehari-hari [4]. Penggunaan AR memungkinkan visualisasi model yang lebih mudah dipahami oleh pengguna, baik dari segi skala maupun estetika.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pembuatan Model 3D Eksterior

Model 3D yang dihasilkan mencakup semua elemen arsitektural penting dari dua gedung utama di fasilitas produksi: Gedung Ruang Produksi Kopi dan Gedung Ruang Penyimpanan Bahan Baku. Proses pemodelan dimulai dengan struktur dasar untuk masing-masing gedung, yang kemudian ditambahkan detail arsitektural, tekstur, dan material yang mencerminkan kondisi asli bangunan.



Gambar 5 3D gedung produksi kopi

Pada Gambar 5. 3D Gedung Produksi Kopi Model ini menampilkan struktur Gedung Ruang Produksi Kopi dengan detail yang telah ditambahkan, termasuk tekstur dinding beton dan atap genteng. Pencahayaan yang diterapkan membantu memberikan efek bayangan alami, meningkatkan kesan tiga dimensi dan kedalaman visual. Model ini tidak hanya memberikan representasi visual, tetapi juga mendemonstrasikan bagaimana teknologi pemodelan 3D dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang desain bangunan secara keseluruhan.



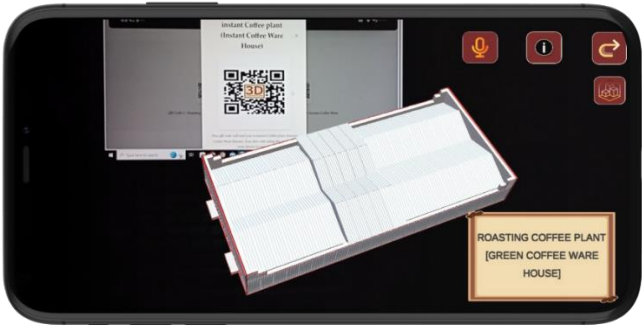
Gambar 6 3D gedung Raw Material

Gambar 6. 3D Gedung Raw Material menunjukkan model 3D dari Gedung Ruang Penyimpanan Bahan Baku. Model ini mencakup detail yang menunjukkan struktur bangunan dan material asli, serta penempatan pallet untuk penyimpanan bahan mentah. Elemen arsitektural, seperti pintu besar dan jendela, ditambahkan untuk memberikan tampilan yang lebih realistis. Penggunaan tekstur dan warna yang sesuai dengan bahan aslinya membuat model ini lebih mudah dipahami dalam konteks fungsinya sebagai ruang penyimpanan.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak seperti Blender untuk menghasilkan model 3D yang detail sangat efektif dalam menggambarkan elemen arsitektural yang kompleks. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model 3D yang realistis dapat meningkatkan komunikasi dan kolaborasi antara arsitek dan klien, serta memberikan dasar yang lebih kuat untuk pengambilan keputusan [1].

3.2. Tampilan Model dalam Augmented Reality

Setelah model 3D selesai, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikannya ke dalam aplikasi AR. Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan tampilan masing-masing model 3D saat diterapkan dalam lingkungan AR menggunakan perangkat mobile. Teknologi AR memungkinkan pengguna untuk melihat model 3D dalam konteks dunia nyata, memberikan pengalaman interaktif yang lebih imersif.



Gambar 7 Tampilan Model 3D Gedung Ruang Produksi Kopi dalam Augmented Reality

Dalam gambar 7. model 3D dari Gedung Ruang Produksi Kopi ditampilkan di lingkungan nyata menggunakan aplikasi AR. Pengguna dapat melihat model dari berbagai sudut dan menginteraksinya secara langsung, memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai skala dan proporsi bangunan dalam konteks yang lebih luas.



Gambar 8 Tampilan Model 3D Gedung Ruang Penyimpanan Bahan Baku dalam Augmented Reality

Gambar 8. menampilkan model 3D dari Gedung Ruang Penyimpanan Bahan Baku yang diterapkan dalam lingkungan AR. Dengan teknologi AR, pengguna dapat berinteraksi dengan model dan mengeksplorasi detail bangunan secara real-time, meningkatkan pemahaman mengenai fungsionalitas ruang penyimpanan dan hubungan antar elemen dalam bangunan.

Penggunaan AR memperkenalkan cara baru untuk menjelajahi desain arsitektural, memungkinkan pengguna untuk mengalami visualisasi yang lebih mendalam dan realistis. Menurut penelitian, penggunaan AR dalam desain dan presentasi bangunan meningkatkan efisiensi komunikasi antara pemangku kepentingan dan dapat mengurangi kesalahpahaman yang sering terjadi ketika hanya menggunakan gambar dua dimensi [2].

IV. SIMPULAN

Pengembangan model 3D eksterior untuk visualisasi bangunan produksi PT. Aneka Coffee Industry telah berhasil dilakukan dengan baik menggunakan perangkat lunak Blender dan diintegrasikan dengan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Unity. Model yang dihasilkan memberikan representasi visual yang akurat dan realistis dari dua gedung utama di fasilitas produksi, yaitu Gedung Ruang Produksi Kopi dan Gedung Ruang Penyimpanan Bahan Baku.

Penggunaan teknologi AR dalam proyek ini memberikan kemampuan bagi pengguna untuk berinteraksi secara real-time dengan model 3D yang divisualisasikan di lingkungan nyata, yang terbukti meningkatkan pemahaman pengguna terhadap skala dan kompleksitas bangunan. Dengan model 3D dan AR, PT. Aneka Coffee Industry dapat menyajikan desain bangunan produksinya kepada mitra bisnis dan calon pelanggan secara lebih efektif dan interaktif, tanpa memerlukan kunjungan fisik.

Kesimpulan ini menunjukkan bahwa teknologi pemodelan 3D dan AR memiliki potensi besar dalam mendukung komunikasi visual di sektor industri, khususnya dalam presentasi bangunan yang kompleks. Meski masih ada tantangan dalam performa aplikasi di perangkat dengan spesifikasi rendah, hasil ini memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi visualisasi dan komunikasi arsitektural dalam lingkungan bisnis dan manufaktur. i

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, saya panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan artikel ini sebagai bagian dari kegiatan magang. Saya menyadari bahwa keberhasilan ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan banyak pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

- 1) Bapak Dwi Weko Setyawan, pembimbing lapangan di PT Aneka Coffee Industry, yang dengan penuh perhatian memberikan arahan serta dukungan selama proses magang berlangsung.
- 2) Ibu Ade Eviyanti, S.Kom., M.Kom., dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan saran yang berharga dalam penulisan artikel ini, serta motivasi yang tidak henti-hentinya.
- 3) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan untuk melaksanakan kegiatan magang ini.

Saya juga ingin berterima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan masukan konstruktif selama proses penulisan artikel. Bantuan dan dukungan mereka sangat berperan dalam memperbaiki kualitas artikel ini.

Semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan menjadi inspirasi dalam pengembangan teknologi Augmented Reality menggunakan pemodelan 3D di industri. Saya berharap hasil ini dapat berkontribusi positif bagi perkembangan teknologi di masa depan.

REFERENSI

- [1] Waljiyanto dan N. P. P. Chintya, "Pemodelan Tiga Dimensi (3D) Bangunan Cagar Budaya Menggunakan Data Point Cloud," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 45-56, 2020.
- [2] M. F. Rochman, "Blender 3D untuk Pendidikan Animasi," *Jurnal Animasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 1, pp. 12-21, 2021.
- [3] T. Zebua, B. Nadeak, dan S. B. Sinaga, "Pengenalan Dasar Aplikasi Blender 3D dalam Pembuatan Animasi 3D," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 2, pp. 78-89, 2019.
- [4] F. Trikusuma, Y. Prasetyo, dan F. Hadi, "Pemodelan Tiga Dimensi Bangunan Menggunakan Foto Udara Format Kecil (Studi Kasus: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro)," *Jurnal Geomatika dan Teknik Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 90-98, 2021.
- [5] M. S. Hosen, S. Ahmmed, dan S. Dekkati, "Mastering 3D Modeling in Blender: From Novice to Pro," *Jurnal Teknik Informasi dan Animasi*, vol. 7, no. 4, pp. 112-123, 2020.
- [6] N. Fitrihana, "Penerapan Teknologi Virtual 3D untuk Pengembangan Produk Fesyen di Era Digital," *Jurnal Desain Produk Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 34-44, 2019.
- [7] K. B. A. Sardana dan A. B. Cahyono, "Analisis Geometri Pemodelan 3D Bangunan Gedung Teknik Geomatika ITS Menggunakan Kamera 360°," *Jurnal Teknik Geomatika*, vol. 4, no. 1, pp. 55-66, 2020.
- [8] E. T. Rompis, S. R. U. A. Sompie, dan A. M. Sambul, "Pemodelan dan Implementasi Produk 3 Dimensi Gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi," *Jurnal Informatika dan Teknik Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 99-105, 2021.
- [9] R. S. Untari, F. N. Hasanah, M. D. K. Wardana, dan M. I. Jazuli, "Pengembangan Augmented Reality (AR) Berbasis Android pada Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D," *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 9, no. 1, pp. 11-22, 2020.
- [10] B. Y. A. Wastunimpuna and L. M. F. Purwanto, "Augmented Reality dalam Proses Desain Arsitek Masa Depan," *JoDA-Journal of Digital Architecture*, vol. 1, no. 1, pp. 19-30, Sep. 2021, doi: 10.24167/joda.v1i1.3494(3494-10915-5-PB).
- [11] S. Malihi, M. J. Valadan Zoej, M. Hahn, M. Mokhtarzade, and H. Arefi, "3D building reconstruction using dense photogrammetric point cloud," *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLI-B3, pp. 71–74, 2016, doi: 10.5194/isprs-archives-XLI-B3-71-2016 .\
- [12] Y. Liu, A. Obukhov, J. D. Wegner, and K. Schindler, "Point2Building: Reconstructing buildings from airborne LiDAR point clouds," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 215, pp. 351–368, 2024, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2024.07.012 .
- [13] X. Wang, "Augmented reality in architecture and design: Potentials and challenges for application," *International Journal of Architectural Computing*, vol. 7, no. 2, 2009, doi: 10.1260/147807709788921985 .
- [14] A. Hajirasouli and S. Banihashemi, "Augmented reality in architecture and construction education: State of the field and opportunities," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 19, Art. no. 39, 2022, doi: 10.1186/s41239-022-00343-9 .
- [15] R. R. Santika, R. Ujiandari, A. Saputro, and D. V. S. Yudha Sakti, "Penerapan model discovery learning: Solusi inovatif pembelajaran 3D Basic Modelling Blender pada MAN 10 Jakarta Barat," *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 7, no. 3, 2024, doi: 10.35914/tomaega.v7i3.2904 .