

Implementasi *Augmented Reality* Berbasis *Marker* pada Brosur Perumahan untuk Visualisasi *Model* 3D Rumah dengan Metode MDLC

Satiaka Nugraha Sasmita Padmanagara¹, Muhamad Azrino Gustalika^{*2}, Dany Candra Febrianto³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Indonesia

Email: ¹satiaka@student.telkomuniversity.ac.id, ²azrino@telkomuniversity.ac.id,
³danycandra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Industri properti yang berkembang pesat mendorong pengembang untuk mencari metode pemasaran yang lebih inovatif. Brosur biasa yang hanya menampilkan informasi berupa teks dan gambar dua dimensi masih kurang mampu menjelaskan secara jelas tentang desain dan penataan ruangan rumah kepada calon pembeli. Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang menggunakan *marker* dan dapat dijalankan di *platform Android*. Aplikasi ini terhubung dengan brosur Perumahan Griya Teluk Indah dan berfungsi menampilkan gambar rumah tipe 36 dalam bentuk 3D secara interaktif. Metode yang digunakan dalam pengembangan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahap, yakni tahap konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan *Unity 3D*, *Vuforia SDK*, dan bahasa pemrograman *C#*. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan semua fitur aplikasi berjalan sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan, dengan kemampuan mendeteksi *Marker* yang cukup baik dalam jarak 10 hingga 50 sentimeter serta sudut 10 derajat sampai 90 derajat. Hasil UAT yang melibatkan empat orang *Sales Freelance* mendapatkan skor rata-rata sebesar 85,00%, yang masuk ke dalam kategori sangat baik. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi AR yang dibuat berhasil membantu para penjual dalam memberikan informasi tentang rumah dengan cara yang lebih menarik dan jelas. Penelitian ini berkontribusi sebagai inovasi yang mengintegrasikan teknologi AR berbasis *Marker* langsung ke dalam brosur fisik perumahan subsidi menggunakan metode MDLC, sehingga menawarkan pendekatan baru dalam strategi pemasaran properti yang lebih interaktif dan terukur.

Kata kunci: *Augmented Reality, Android, Brosur, Marker-Based Tracking, Pemasaran Properti.*

Implementation of Marker-Based Augmented Reality in Housing Brochure for Visualizing 3D House Models Using the MDLC Method

Abstract

The rapidly growing real estate industry is driving developers to seek more innovative marketing methods. Conventional brochures, which only present information in the form of text and two-dimensional images, are still insufficient in clearly explaining the design and layout of a home to prospective buyers. This study aims to create an *Augmented Reality* (AR) application that uses markers and can run on the *Android* platform. This application is linked to the Griya Teluk Indah Housing brochure and functions to display an interactive 3D image of a Type 36 home. The development method used is the *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), which consists of six stages: concept, design, material collection, development, testing, and distribution. This application was developed using *Unity 3D*, the *Vuforia SDK*, and the *C#* programming language. *Black Box* testing results indicate that all application features function as intended, with the ability to detect markers effectively within a range of 10 to 50 centimeters and at angles ranging from 10 to 90 degrees. The UAT results, which involved four freelance salespeople, yielded an average score of 85.00%, which falls into the "very good" category. The study shows that the AR application successfully helped salespeople provide information about homes in a more engaging and clear manner. This study contributes to innovation by integrating marker-based AR technology directly into physical brochures for subsidized housing using the MDLC method, thereby offering a new approach to property marketing strategies that is more interactive and measurable.

Keywords: *Augmented Reality, Android, Brochure, Marker-Based Tracking, Real Estate Marketing.*

1. PENDAHULUAN

Permintaan akan tempat tinggal terus naik karena pertumbuhan jumlah penduduk, sehingga mendorong makin banyaknya pembangunan rumah perumahan di Indonesia. Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS), sektor konstruksi yang utamanya melibatkan kegiatan properti mengalami pertumbuhan sebesar 2,95% pada triwulan pertama tahun 2024. Selain itu, program nasional Sejuta Rumah telah berhasil menyelesaikan 427.175 unit rumah hingga semester pertama tahun 2024 [1], [2]. Pasar yang memiliki potensi besar membuat persaingan di antara pengembang semakin ketat, sehingga setiap pengembang harus terus mencari inovasi dalam merancang strategi pemasaran. Cara pemasaran yang sering digunakan adalah brosur cetak, yang berisi informasi dalam bentuk teks, gambar dua dimensi, serta detail spesifikasi rumah. Namun, brosur konvensional yang hanya berupa gambar dua dimensi membuat calon pembeli kesulitan memvisualisasikan secara jelas desain dan tata ruang rumah sebelum bangunan selesai dibuat [3].

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan objek *virtual* ke dalam dunia nyata secara langsung dalam bentuk tiga dimensi 3D yang dapat dilihat dan digunakan oleh pengguna melalui perangkat seluler [4]. Teknologi AR bisa menampilkan gambar yang menarik dalam bentuk 3D lengkap dengan gerakan animasi, sehingga memberikan pengalaman yang lebih menyenangkan dan lebih menyatu dibandingkan metode promosi yang biasa digunakan [5]. Dalam dunia bisnis properti, teknologi AR memudahkan pengguna untuk melihat tampilan bangunan secara jelas dan nyata, serta membantu mengatasi perbedaan pemahaman antara pengembang dan calon pembeli [6].

Meskipun brosur cetak masih sering digunakan dalam pemasaran properti, media ini memiliki kekurangan utama, yaitu hanya bisa menampilkan informasi dalam bentuk gambar dua dimensi yang tidak bergerak. Kondisi ini membuat para *Sales* kesulitan dalam menjelaskan detail desain ruang dan gambaran tata ruang secara rinci kepada calon pembeli, terutama saat melakukan penjualan langsung di lapangan. Keterbatasan ini langsung memengaruhi pemahaman calon pembeli yang rendah dan bisa menyebabkan penurunan tingkat konversi penjualan. Beberapa penelitian sebelumnya sudah mempelajari penggunaan AR dalam hal pemasaran properti. Penelitian [7] menggunakan *Augmented Reality* berbasis *Marker* di Perumahan Mutiara Barangan untuk menampilkan tampilan ruang secara *Virtual*. Penelitian [8] menggunakan teknologi AR bersamaan dengan *Virtual Tour* untuk memperbaiki pengalaman pengguna dalam promosi properti. Sementara itu, penelitian [9] menerapkan *Augmented Reality* (AR) berbasis *Marker* dan tidak berbasis *Marker* dalam aplikasi pemasaran perumahan guna memperbaiki pengalaman pelanggan.

Namun, pada penelitian tersebut masih ditemukan beberapa kekurangan yang harus diperbaiki. Penelitian [7] tidak menggunakan media brosur fisik sebagai penanda dan juga tidak menganalisis integrasinya dengan media promosi yang biasa digunakan. Penelitian [8] tidak menggunakan tanda fisik dan tidak terpusat pada peningkatan efektivitas brosur sebagai alat pemasaran. Penelitian [9] tidak membahas kebutuhan *Sales* dalam menjelaskan detail rumah melalui media promosi yang digunakan di lapangan. Hingga saat ini, tidak ada penelitian yang secara khusus menggabungkan teknologi AR berbasis *Marker* langsung ke dalam brosur perumahan, agar bisa membantu menampilkan visualisasi 3D rumah subsidi tipe 36.

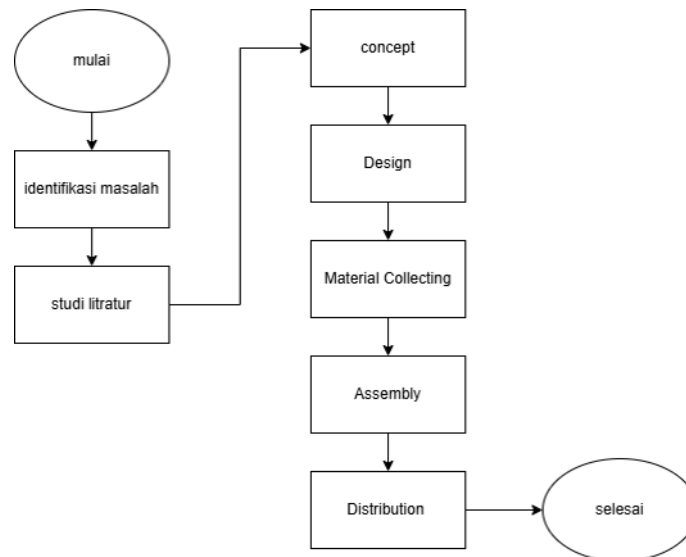
Pemilihan rumah tipe 36 sebagai objek studi kasus dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa pertimbangan rasional. Rumah tipe 36 merupakan produk unggulan yang paling banyak ditawarkan dalam segmen perumahan subsidi di Indonesia, sehingga memiliki pangsa pasar terluas dan relevansi praktis yang tinggi bagi tenaga penjualan di lapangan. Selain itu, ukuran bangunan yang relatif kompak namun memiliki tata ruang yang perlu dijelaskan secara rinci kepada calon pembeli menjadikan tipe ini sebagai objek yang paling membutuhkan visualisasi tiga dimensi dibandingkan tipe rumah lainnya. Keterbatasan brosur dua dimensi dalam menggambarkan proporsi dan pembagian ruang rumah tipe 36 secara akurat juga menjadi alasan utama mengapa tipe ini dipilih sebagai batasan masalah dalam penelitian ini.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini hadir sebagai inovasi dengan membuat aplikasi *Augmented Reality* berbasis *Marker-Based Tracking* yang terhubung langsung dengan brosur fisik Perumahan Griya Teluk Indah sebagai *Marker*. Pendekatan ini membuat brosur bukan hanya sebagai media informasi dua dimensi, tetapi juga menjadi pengantar tampilan *Model* rumah tipe 36 dalam bentuk 3D yang bisa diakses melalui perangkat *Android*. Selain itu, penelitian ini adalah yang pertama kali menerapkan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dalam membuat sistem *Augmented Reality* (AR) yang berfokus pada pengoptimalan brosur sebagai media iklan perumahan subsidi.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi *Augmented Reality* berbasis *Marker* untuk perumahan Griya Teluk Indah Purwokerto yang berjalan di *Platform Android*, dan terhubung dengan brosur Perumahan Griya Teluk Indah. Aplikasi ini bertujuan untuk menampilkan visualisasi *Model* 3D rumah tipe 36 secara interaktif dan menambahkan informasi yang jelas, sehingga membantu pekerja penjualan dalam menjelaskan produk kepada calon pembeli dan meningkatkan pemahaman calon pembeli terhadap properti yang ditawarkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah serangkaian langkah yang dilakukan untuk menganalisis dan mengumpulkan data dalam penelitian agar dapat menjawab masalah yang dibahas. Dalam penelitian penerapan teknologi *Augmented Reality* berbasis *Marker* pada brosur Perumahan Griya Teluk Indah, pengembangan aplikasi yang digunakan mengikuti siklus pengembangan multimedia (MDLC) dengan *Model Waterfall*. Dalam MDLC ini terdapat 6 tahap, yaitu *Concept*, *Design*, Pengumpulan Material, Pengemasan, Pengujian, dan Distribusi [10], [11].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menemukan dan menyusun permasalahan yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti [12]. Penelitian ini membahas masalah yang dihadapi oleh tim penjualan langsung Perumahan Griya Teluk Indah, khususnya terkait dengan keterbatasan media promosi tradisional berupa brosur cetak dalam menggambarkan detail dan pengaturan ruang rumah tipe 36 kepada calon pembeli. Kondisi ini menyulitkan tenaga penjual untuk menjelaskan secara lengkap dan menarik mengenai produk properti. Dalam proses ini, peneliti mengamati, berbicara dengan orang-orang, dan menganalisis situasi di lapangan agar memahami hambatan dan tantangan yang dialami oleh tim pemasaran Perumahan Griya Teluk Indah.

2.2. Studi Literatur

Tahapan ini melibatkan proses mencari dan memahami secara mendalam literatur yang berkaitan dengan topik *Augmented Reality* dan pemasaran properti, termasuk teori, metode pengembangan, serta penerapan teknologi AR dalam konteks pemasaran perumahan. Studi literatur yang dilakukan mencakup pencarian di berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, makalah dari konferensi, buku referensi, dan artikel penelitian yang sudah ada sebelumnya. Tujuannya adalah untuk mencari tahu berbagai cara dan metode yang sudah digunakan dalam penelitian serupa, serta mengenali tren terbaru di bidang ini, sehingga bisa dibuat pendekatan yang baru dan efektif dalam mengembangkan aplikasi AR berbasis *Marker* untuk visualisasi rumah tipe 36.

2.2.1. *Augmented Reality* (AR)

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menyatukan elemen *virtual* ke dalam dunia nyata secara langsung, dan bisa digunakan melalui perangkat seperti ponsel atau tablet [13]. Berbeda dengan *Virtual Reality* yang menggantikan dunia nyata sepenuhnya, AR menambahkan informasi digital ke dalam dunia nyata sehingga pengguna bisa mengalami pengenalan yang lebih lengkap [14]. Dalam bidang properti, teknologi AR memungkinkan calon pembeli melihat bentuk bangunan dalam tiga dimensi secara interaktif dengan hanya mengarahkan kamera perangkat mereka ke suatu penanda, sehingga menawarkan pengalaman visual yang lebih menarik dibandingkan gambar dua dimensi pada brosur biasa [6].

2.2.2. Marker-Based Tracking

Marker-Based Tracking adalah cara satu dari metode mengenali objek dalam *Augmented Reality* yang menggunakan gambar atau pola tertentu sebagai tanda untuk memicu munculnya objek virtual tiga dimensi [15]. Sistem kamera akan mendeteksi dan mengenali pola pada *marker*, lalu menghitung posisi serta arah kamera secara relatif terhadap marker tersebut, sehingga objek *virtual* dapat ditampilkan dengan tepat. Dalam penelitian ini, brosur fisik Perumahan Griya Teluk Indah digunakan sebagai penanda yang terdeteksi oleh Vuforia SDK untuk menampilkan model 3D rumah tipe 36.

2.2.3. Black Box Testing

Black Box Testing adalah cara menguji perangkat lunak yang menekankan pada cara kerja sistem secara keseluruhan, tanpa melibatkan struktur kode di dalamnya [16]. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan masukan tertentu, lalu mengamati keluaran yang dihasilkan oleh sistem, kemudian membandingkannya dengan hasil yang seharusnya [17]. Metode ini memungkinkan penguji untuk memeriksa apakah setiap fitur aplikasi berjalan sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan, tanpa harus mengetahui bagaimana cara kerja kode programnya [18]. Dalam penelitian ini, metode *Black Box Testing* digunakan untuk memverifikasi bahwa semua fitur aplikasi AR Griya Teluk Indah bekerja dengan baik seperti yang diharapkan.

2.2.4. User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah tahap uji coba terakhir yang dilakukan oleh pengguna akhir atau pihak yang berkepentingan untuk memastikan bahwa sistem atau aplikasi sudah sesuai dengan kebutuhan dan syarat bisnis yang sudah ditentukan [19]. UAT bertujuan agar produk yang telah dibuat bisa digunakan dalam situasi nyata dan disukai oleh orang yang akan menggunakannya. Pengujian ini biasanya menggunakan kuesioner dengan skala Likert untuk menilai sejauh mana pengguna merasa puas, mudah dalam menggunakan, dan sistem tersebut efektif. Dalam penelitian ini, UAT dilakukan bersama empat orang Sales Freelance Perumahan Griya Teluk Indah untuk mengevaluasi apakah aplikasi AR yang sudah dikembangkan. Pemilihan keempat partisipan tersebut bukan menggunakan teknik penarikan sampel acak, melainkan merupakan sensus terhadap seluruh populasi Sales Freelance yang aktif memasarkan Perumahan Griya Teluk Indah pada periode penelitian dilakukan, sehingga keempat partisipan tersebut sudah mewakili keseluruhan target pengguna utama aplikasi tanpa memerlukan generalisasi ke populasi yang lebih besar. Jumlah partisipan ini juga didukung oleh kajian teori pengujian usability yang dikemukakan oleh Nielsen dan Landauer [20], yang menunjukkan bahwa jumlah masalah kebergunaan (usability problems) yang ditemukan mengikuti pola distribusi Poisson, di mana setiap partisipan cenderung menemukan masalah yang semakin tumpang tindih dengan partisipan sebelumnya. Dengan nilai probabilitas deteksi masalah per partisipan rata-rata sebesar 31%, pengujian dengan 4 hingga 5 partisipan secara teoretis sudah mampu mengungkap sekitar 80–85% dari total masalah kebergunaan yang ada pada suatu sistem. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian [21] yang menunjukkan bahwa 80% masalah usability dapat ditemukan hanya dengan melibatkan empat hingga lima partisipan. Selain itu, pada penelitian [22] mengonfirmasi bahwa tingkat deteksi sebesar tersebut dapat dicapai ketika probabilitas penemuan masalah berada pada rentang 0,32–0,42, sehingga menyimpulkan bahwa 4 hingga 5 partisipan sudah cukup untuk mendeteksi sebagian besar masalah utama dalam pengujian usability. Berdasarkan kombinasi alasan praktis (sensus populasi pengguna sasaran) dan alasan teoretis tersebut, jumlah 4 partisipan dalam penelitian ini dianggap sudah representatif secara metodologis untuk menilai kebergunaan dan efektivitas aplikasi AR Griya Teluk Indah.

2.3. Concept

Dilakukan pengamatan langsung ke lokasi Perumahan Griya Teluk Indah serta wawancara terstruktur dengan manajer pemasaran dan tim penjualan, agar mendapatkan informasi mengenai hambatan dalam menampilkan produk kepada calon pembeli. Hasil dari tahap ini ditetapkan sebagai tujuan aplikasi, target pengguna, serta konsep fitur yang nantinya akan dikembangkan.

2.4. Design

Meliputi perancangan diagram *Use Case*, diagram Aktivitas untuk memetakan alur aktivitas pengguna mulai dari membuka aplikasi, memindai *Marker*, hingga menjelajahi *Model* 3D, serta *Storyboard* untuk menampilkan tampilan setiap halaman. Aplikasi ini dirancang dengan beberapa halaman seperti halaman layar awal, halaman beranda, fitur AR rumah 3D, galeri, dan *Maps*.

2.5. Material Collecting

Dilakukan dengan mengumpulkan semua aset yang diperlukan, yaitu *Model* 3D rumah tipe 36 dari *SketchUp* berdasarkan denah asli perumahan, gambar brosur fisik sebagai *Marker* AR, serta data spesifikasi properti. Seluruh aset diatur sesuai dengan standar teknis *Unity* 3D dan *Vuforia* SDK.

2.6. Assembly

Ini adalah tahap penerapan di mana semua aset diintegrasikan dengan menggunakan *Unity* 3D dan *SDK Vuforia*. Pemrograman interaksi menggunakan bahasa C#, meliputi pengaturan pemantauan *Marker*, pengaturan tampilan bagian luar dan dalam *Model* 3D, fitur putar, perbesar/pegecil, *Reset* posisi objek, halaman galeri, halaman peta, serta halaman spesifikasi rumah.

2.7. Testing

Dilakukan dalam dua jenis, yaitu pengujian *Black Box Testing* yang bertujuan memverifikasi fungsionalitas semua fitur aplikasi, dan *User Acceptance Testing* (UAT) yang melibatkan tim penjualan Perumahan Griya Teluk Indah kuesioner skala Likert digunakan untuk mengevaluasi tingkat kemudahan penggunaan, efisiensi, dan kepuasan pengguna.

2.8. Distribution

Meliputi proses pembungkus aplikasi dalam format APK, pemasangan di perangkat *Mobile* para anggota tim penjualan, serta penyampaian informasi dan pelatihan singkat kepada tim penjualan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Concept

Pada tahap ini, data dikumpulkan dengan cara mengamati langsung di lokasi Perumahan Griya Teluk Indah dan melakukan wawancara terstruktur dengan manajer pemasaran serta tim penjualan untuk menentukan konsep pengembangan aplikasi. Konsep aplikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. *Concept*

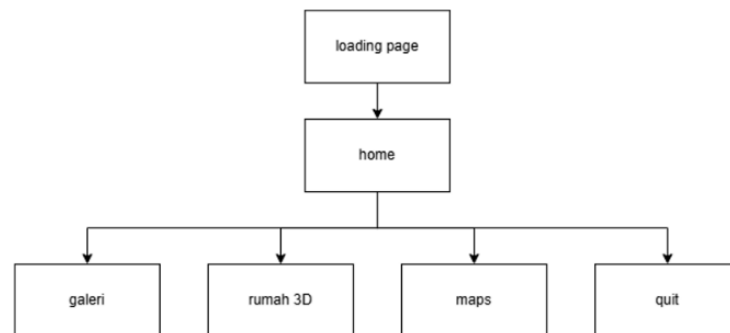
No	Atribut	Keterangan
1	Nama Aplikasi	AR Griya Teluk Indah
2	Tujuan	Mengembangkan aplikasi AR berbasis <i>Marker</i> yang terintegrasi dengan brosur perumahan untuk membantu proses pemasaran oleh <i>Sales</i>
3	Target Pengguna	<i>Sales</i> Perumahan Griya Teluk Indah
4	<i>Platform</i>	<i>Android</i>
5	Teknologi	<i>Marker-Based Augmented Reality</i>
6	<i>SDK</i> AR	<i>Vuforia</i> (<i>Unity</i> Engine)
7	Gambar	Gambar berformat .png dan .jpg
8	Animasi	<i>Model</i> 3D eksterior dan interior rumah tipe 36

3.2. Design

Pada tahap ini, sistem dirancang dan ditampilkan dalam bentuk struktur navigasi serta *Use Case Diagram*.

3.2.1. Struktur Navigasi

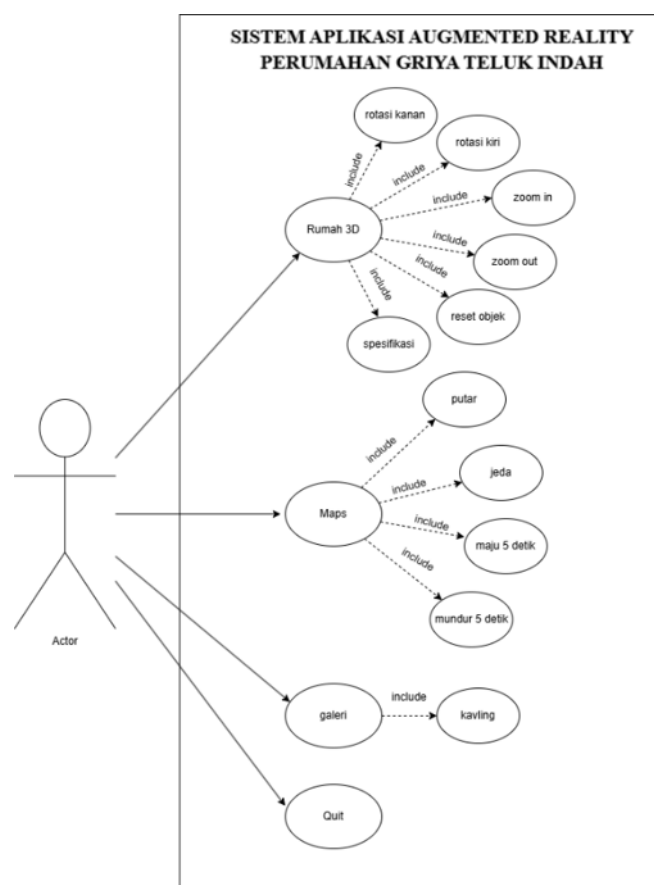
Aplikasi memiliki struktur navigasi berbasis *Model* hierarki yang dimulai dari halaman *Loading Page* sebagai halaman pembuka. pengguna akan diarahkan ke halaman *Home* yang berfungsi sebagai titik pusat untuk berbagai navigasi.



Gambar 2. Struktur Navigasi Aplikasi

3.2.2. Use Case Diagram

Bagian *Use Case Diagram* dalam penelitian ini Digunakan untuk menjelaskan cara pengguna berinteraksi dengan sistem. Diagram ini menunjukkan cara pengguna melihat dan berinteraksi dengan sistem dari luar, di mana mereka bisa menggunakan fitur Rumah 3D untuk mencari *Marker* dan menampilkan bentuk 3D suatu objek, serta memutar dan menggeser objek tersebut, menampilkan informasi tentang rumah, mengakses halaman Galeri, Kavling, *Maps*, dan juga memutus koneksi dari aplikasi.

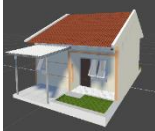


Gambar 3. Use Case Diagram

3.3. Material Collecting

Pada tahap ini, sistem dirancang dan divisualisasikan dengan menggunakan struktur navigasi serta *Use Case Diagram*.

Tabel 2. *Material Collecting*

No	Material	Keterangan
1		Brosur fisik yang digunakan sebagai <i>Marker</i> untuk memunculkan objek AR ketika diarahkan oleh kamera perangkat
2		<i>Model</i> 3D dari unit rumah yang ditampilkan secara <i>Virtual</i> setelah <i>Marker</i> brosur terdeteksi
3		Tombol untuk berpindah antar halaman pada menu utama
4		Tombol untuk mengontrol tampilan dan interaksi objek 3D pada halaman AR
5		Gambar latar belakang dan identitas <i>Branding</i> aplikasi

3.4. Assembly

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang divisualisasikan dalam bentuk struktur navigasi, *Use Case Diagram*.

3.4.1. Halaman *Home*

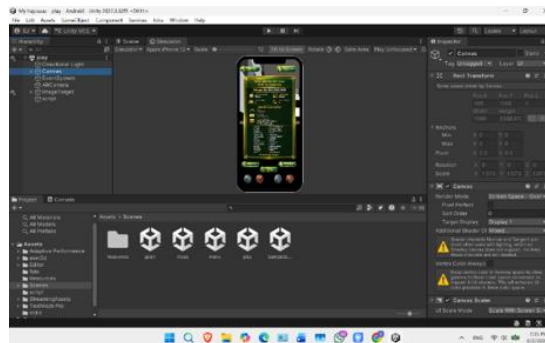
Halaman ini adalah menu utama aplikasi yang memiliki empat tombol navigasi, yaitu Rumah 3D, Galeri, Maps, dan *Quit*. Tampilan halaman Beranda bisa dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 4. Halaman *Home*

3.4.2. Halaman Rumah 3D

Halaman ini adalah bagian paling penting dalam aplikasi karena di sini terjadi proses menampilkan objek rumah dalam bentuk tiga dimensi. Kamera pada perangkat diarahkan ke *Marker* yang terdapat di brosur perumahan untuk menampilkan *Model* 3D rumah dengan tipe 36. Pengguna bisa berinteraksi dengan objek dengan menggunakan tombol putar kanan dan kiri, perbesar, perkecil, *Reset*, serta bisa beralih antara tampilan

bagian luar dan bagian dalam. Ada juga tombol Spesifikasi yang digunakan untuk menampilkan informasi detail tentang rumah tersebut. Tampilan halaman Rumah 3D bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Halaman Rumah 3D

3.4.3. Halaman Galeri

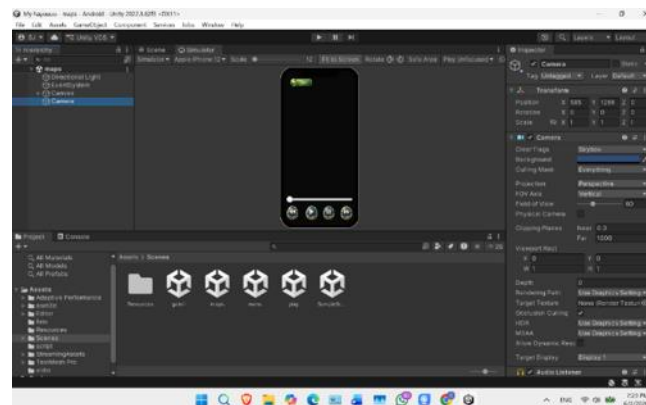
Kemudian pada Halaman Galeri menampilkan berbagai foto unit rumah di Perumahan Griya Teluk Indah dari berbagai sudut. Pengguna bisa memperbesar gambar dengan cara menekan foto tersebut, dan ada tombol Kavling yang digunakan untuk menampilkan denah kavling perumahan. Tampilan halaman Galeri dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Halaman Galeri

3.5. Halaman Maps

Halaman ini menampilkan *Video* yang menunjukkan jalur perjalanan menuju lokasi Perumahan Griya Teluk Indah. Tersedia tombol kontrol *Video* seperti *Play*, *Pause*, *Maju 5 Detik*, dan *Mundur 5 Detik* agar pengguna lebih mudah melihat panduan arahnya. Tampilan halaman *Maps* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Halaman Maps

3.6. Testing

Pada tahap testing, dilakukan diuji pada aplikasi untuk memastikan semua fitur berjalan lancar dan baik. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat Xiaomi 14 dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 3. Spesifikasi Perangkat keras

Device	Spesifikasi
Redmi Note 10S	Layar: 6.43 inci Super AMOLED Full HD+, Gorilla Glass 3 Chipset: MediaTek Helio G95 Memori: 128GB (UFS 2.2) Kamera: 64 MP (utama) + 13 MP (depan) Baterai: 5000 mAh, Fast Charging 33W

3.6.1. Black Box Testing

Pengujian *black box* dilakukan untuk memastikan aplikasi berjalan dengan baik tanpa perlu melihat bagian dalam kode programnya. Hasil pengujian halaman aplikasi terdapat pada Tabel 4, sedangkan hasil Pengujian Teknis Aplikasi AR Perumahan Griya Teluk Indah terdapat pada Tabel 5.

Tabel 4. Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Indikator Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Menu Utama	Menekan tombol Play	Tombol Play	Mengarahkan ke halaman AR Camera	Berhasil masuk ke halaman AR Camera	Berhasil
		Menekan tombol Quit	Tombol Quit	Aplikasi tertutup	Aplikasi tertutup	Berhasil
		Menekan tombol Maps	Tombol Maps	Mengarahkan ke halaman Maps	Berhasil masuk ke halaman Maps	Berhasil
		Menekan Play untuk pertama kali	Izin kamera muncul	Sistem meminta izin akses kamera; jika diberikan, kamera aktif	Permintaan izin muncul dan kamera aktif	Berhasil
		Mengarahkan kamera ke brosur	Marker terdeteksi	Objek 3D rumah tipe 36 muncul dan menempel stabil di atas Marker	Objek 3D muncul stabil di atas Marker	Berhasil
2	Halaman Rumah 3D	Mengarahkan kamera ke area tanpa Marker	Marker tidak terdeteksi	Objek 3D tidak muncul; kamera tetap aktif mencari Marker	Objek 3D tidak muncul, kamera tetap berjalan	Berhasil
		Menekan tombol Rotate Right	Tombol Rotate Right	Objek 3D berputar ke arah kanan	Objek 3D berputar ke kanan	Berhasil
		Menekan tombol Rotate Left	Tombol Rotate Left	Objek 3D berputar ke arah kiri	Objek 3D berputar ke kiri	Berhasil
		Menekan tombol Zoom In	Tombol Zoom In	Objek 3D membesar hingga batas maksimal	Objek 3D membesar hingga batas maksimal	Berhasil
		Menekan tombol Zoom Out	Tombol Zoom Out	Objek 3D mengecil hingga	Objek 3D mengecil	Berhasil

3	Halaman Maps	Menekan tombol Spesifikasi	Tombol Spesifikasi	Menampilkan panel dialog berisi informasi detail rumah tipe 36	batas minimal hingga batas minimal Panel dialog spesifikasi muncul dengan lengkap	Berhasil
		Menekan tombol Back	Tombol Back	Kembali ke halaman Menu Utama	Berhasil kembali ke halaman Menu Utama	Berhasil
		Menekan tombol Mundur	Tombol Mundur	Durasi video mundur 5 detik	Durasi video mundur 5 detik	Berhasil
		Menekan tombol Play Video	Tombol Play Video	Video rute perjalanan mulai diputar	Video berhasil diputar	Berhasil
		Menekan tombol Pause	Tombol Pause	Video yang sedang diputar berhenti sementara	Video berhenti sementara (jeda)	Berhasil
		Menekan tombol Maju	Tombol Maju	Durasi video maju 5 detik	Durasi video maju 5 detik	Berhasil
		Klik satu kali pada foto rumah	Klik foto rumah	Foto rumah diperbesar	Foto berhasil diperbesar	Berhasil
4	Halaman Galeri	Klik dua kali pada foto rumah	Klik dua kali foto rumah	Foto rumah kembali ke ukuran dan posisi semula	Foto kembali ke ukuran semula	Berhasil
		Klik satu kali tombol Kavling	Tombol Kavling	Muncul gambar denah kavling Perumahan Griya Teluk Indah	Gambar kavling berhasil muncul	Berhasil
		Klik dua kali tombol Kavling	Tombol Kavling dua kali	Gambar denah kavling tertutup/hilang	Gambar kavling berhasil tertutup	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 3, seluruh skenario pengujian menunjukkan status berhasil. Pada halaman Menu Utama, ketiga tombol navigasi yaitu Play, Quit, dan Maps berfungsi sesuai tujuannya masing-masing. Pada halaman Rumah 3D, sistem izin kamera, proses deteksi dan kegagalan deteksi Marker, fitur rotasi, zoom, spesifikasi, serta navigasi Back seluruhnya berjalan sesuai output yang diharapkan. Pada halaman Maps, keempat kontrol video yaitu Play, Pause, Maju, dan Mundur bekerja dengan tepat. Pada halaman Galeri, fitur perbesar foto, kembali ke posisi semula, serta tampil dan tutup gambar kavling juga berjalan dengan baik.

Pada Tabel 4 menjelaskan hasil pengujian *Black Box Testing* yang dilakukan terhadap seluruh fitur aplikasi AR Griya Teluk Indah. Dari 20 skenario pengujian yang diuji, seluruhnya menunjukkan hasil yang berhasil sesuai dengan output yang diharapkan, sehingga total *test case* yang berhasil sebanyak 20. Data hasil pengujian dihitung menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu:

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{\text{Jumlah Skenario Pengujian}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad (1)$$

Dari perhitungan di atas, dengan melihat pengujian yang berhasil adalah 20 dari 20 skenario pengujian yang ada, sehingga dibagi terlebih dahulu lalu dikalikan dengan 100%, maka menghasilkan skor presentase kelayakan sebesar 100%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa aplikasi AR Griya Teluk Indah memiliki tingkat keberhasilan 100% dalam *Black Box Testing*. Hal ini menunjukkan bahwa setiap fitur berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 5. Pengujian Teknis Aplikasi AR Perumahan Griya Teluk Indah

Jarak Marker	Sudut Marker	Rata-rata Frame Rate	Penggunaan Memori	Rata-rata Suhu	Hasil pengujian	Dokumentasi
10 cm	0°	20 FPS	1529 MB	49°C	Objek 3D tampil	
20 cm	0°	26 FPS	1569 MB	48°C	Objek 3D tampil	
30 cm	0°	26 FPS	1481 MB	50°C	Objek 3D tampil	
40 cm	0°	23 FPS	1441 MB	50°C	Objek 3D tampil	
50 cm	0°	26 FPS	1486 MB	52°C	Objek 3D tampil	
10 cm	10°	28 FPS	1474 MB	52°C	Objek 3D tampil	
10 cm	60°	25 FPS	1470 MB	53°C	Objek 3D tampil	

10 cm

90°

30 FPS

1613 MB

53°C

Objek 3D tidak
muncul

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata frame rate yang dihasilkan berkisar antara 20 hingga 30 FPS, dengan nilai terendah 20 FPS terjadi pada jarak 10 cm dan sudut 0° yang disebabkan oleh komputasi rendering yang lebih tinggi saat objek 3D tampil sangat dekat. Penggunaan memori relatif stabil di rentang 1.441–1.613 MB, menunjukkan manajemen sumber daya yang konsisten selama sesi pengujian. Suhu perangkat berada pada kisaran 48–53°C, yang masih dalam batas wajar untuk perangkat mobile saat menjalankan aplikasi AR secara real-time. Satu-satunya kegagalan deteksi terjadi pada sudut 90° yang memang melebihi batas kemampuan algoritma tracking Vuforia, sehingga hal ini merupakan keterbatasan teknis yang dapat diterima.

3.6.2. User Acceptance Testing

Setelah pengujian *Black Box Testing* selesai dan dianggap berhasil, dilanjutkan dengan pengujian UAT yang melibatkan 4 orang *Sales Freelance* yang aktif di Perumahan Griya Teluk Indah sebagai peserta uji yang mewakili seluruh *Sales Freelance* aktif yang menggunakan media promosi Perumahan Griya Teluk Indah pada saat penelitian dilaksanakan, sehingga hasil pengujian dapat menggambarkan tingkat penerimaan pengguna sasaran secara langsung. Uji coba dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang memiliki skala Likert dari angka 1 hingga 5. Hasil dari penilaian kuesioner UAT bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *User Acceptance Testing*

No	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS	Total	Persentase
1	Saya dapat membuka dan menjalankan aplikasi tanpa kesulitan.	2	2	0	0	0	18	90,00%
2	Tampilan menu dan tombol pada aplikasi mudah dipahami.	1	3	0	0	0	17	85,00%
3	Proses pemindaian <i>Marker</i> berjalan cepat dan lancar.	1	2	1	0	0	16	80,00%
4	<i>Model</i> 3D rumah yang ditampilkan terlihat jelas dan stabil.	2	2	0	0	0	18	90,00%
5	Fitur rotasi dan zoom memudahkan pengamatan <i>Model</i> rumah.	1	2	1	0	0	16	80,00%
6	Informasi spesifikasi rumah yang muncul lengkap dan mudah dibaca.	2	1	1	0	0	17	85,00%
7	Aplikasi ini membantu proses promosi dan penjelasan rumah secara lebih efektif dibandingkan tanpa AR.	2	2	0	0	0	18	90,00%
8	Dengan aplikasi ini, calon pembeli lebih mudah memahami penjelasan yang saya sampaikan.	1	3	0	0	0	17	85,00%
9	Saya puas terhadap kinerja aplikasi secara keseluruhan.	1	2	1	0	0	16	80,00%
Total Keseluruhan		13	19	4	0	0	153	85,00%

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor Hasil}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil persentase ini menunjukkan tingkat keberhasilan uji coba aplikasi yang telah dilakukan, dengan nilai rata-rata mencapai 85,00%. Berdasarkan kriteria penilaian di Tabel 1, nilai yang dihasilkan masuk dalam kategori Sangat Baik. Dari keseluruhan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi AR Griya Teluk Indah cukup disukai oleh pengguna dan terbukti membantu tim penjualan dalam memberikan informasi tentang rumah tipe 36 secara lebih menarik dan jelas kepada calon pembeli dibandingkan menggunakan brosur biasa.

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu, hasil yang diperoleh menunjukkan posisi yang relatif kompetitif. Penelitian [7] yang menerapkan AR berbasis *Marker* di Perumahan Mutiara Barangan juga melaporkan respons positif pengguna terhadap visualisasi 3D, namun belum mengintegrasikan *Marker* langsung

ke dalam media brosur fisik sehingga tetap membutuhkan media tambahan di luar materi promosi yang sudah ada. Penelitian [8] mencapai tingkat penerimaan yang sebanding melalui pendekatan Virtual Tour berbasis AR, tetapi pendekatan tersebut tidak memanfaatkan penanda fisik sehingga kurang terpusat pada penguatan efektivitas brosur sebagai alat pemasaran di lapangan. Sementara itu, penelitian [9] yang menggabungkan AR berbasis Marker dan tanpa Marker lebih berfokus pada peningkatan pengalaman pelanggan secara umum, belum menjawab kebutuhan spesifik Sales dalam menjelaskan detail rumah melalui media promosi yang biasa digunakan di lapangan. Dengan demikian, capaian skor UAT sebesar 85,00% pada penelitian ini memperkuat indikasi bahwa pendekatan Marker-Based Tracking yang menyatu langsung dengan brosur fisik mampu memberikan nilai tambah praktis yang belum banyak dibahas pada penelitian-penelitian sejenis sebelumnya

3.7. Distribution

Pada tahap ini, aplikasi AR Griya Teluk Indah yang sudah selesai dikembangkan dan diuji kemudian disimpan di Google Drive sebagai tempat penyimpanan dan pembagian, lalu diberikan kepada pihak rekanan yaitu Perumahan Griya Teluk Indah untuk diterapkan dalam kegiatan pemasaran. Tim penjualan yang menggunakan aplikasi tersebut langsung diberi penjelasan dan latihan singkat agar bisa memakai aplikasi dengan baik saat melakukan penjualan langsung di lapangan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Augmented Reality berbasis Marker bernama AR Griya Teluk Indah menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) pada platform Android. Aplikasi yang terintegrasi dengan brosur fisik perumahan mampu menampilkan visualisasi model 3D rumah tipe 36 secara interaktif beserta informasi pendukung yang membantu proses promosi dan penyampaian informasi kepada calon pembeli. Hasil pengujian Black Box Testing menunjukkan seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan, sedangkan hasil User Acceptance Testing memperoleh nilai rata-rata 85,00% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi Augmented Reality pada brosur perumahan dapat meningkatkan efektivitas media promosi serta membantu pengguna dalam memahami informasi properti secara lebih jelas dan menarik dibandingkan brosur konvensional. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian penerimaan pengguna hanya melibatkan empat orang Sales Freelance dari satu lokasi perumahan sehingga hasil yang diperoleh belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, sistem masih bergantung pada metode Marker-Based Tracking yang mengalami penurunan performa deteksi pada sudut pengambilan tertentu dan hanya mengakomodasi visualisasi rumah tipe 36. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah responden yang lebih beragam, mengimplementasikan teknologi pelacakan yang lebih adaptif seperti markerless tracking, menambahkan variasi tipe rumah yang dapat divisualisasikan, serta mengintegrasikan fitur interaktif tambahan untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Dengan pengembangan tersebut, pemanfaatan teknologi Augmented Reality di bidang pemasaran properti diharapkan dapat memberikan manfaat yang lebih luas dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Ekonomi Indonesia Triwulan I-2024 Tumbuh 5,11 Persen (y-on-y)," Badan Pusat Statistik, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/05/06/2380/ekonomi-indonesia-triwulan-i-2024-tumbuh-5-11-persen--y-on-y-.html>. [Accessed: Nov. 24, 2025].
- [2] Antara News, "Capaian Sejuta Rumah Semester I-2024," Antara News, 2024. [Online]. Available: <https://www.antaraneews.com/infografik/4271759/capaian-sejuta-rumah-semester-i-2024>. [Accessed: Nov. 24, 2025].
- [3] F. Nugraha, S. Komaryah, H. Salsabilla, Sularno, Riesa Mareta Rafidola, "Strategi Pengembangan Pemasaran Digital Menggunakan Blogger pada UMKM OttoKopi di Kota Padang," *JIPM*, vol. 01, no. 02, pp. 249–257, 2023, doi: <http://doi.org/10.47233/jipm.v2i2> Strategi.
- [4] A. Widyanto, D. Handayani, "Perancangan Aplikasi Augmented Reality 3D Sebagai Media Pembelajaran Rumah Adat Indonesia Dengan Algoritma FAST Corner di SDI Al-Munir Bekasi," *JSRCS*, vol. 6, no. 1, pp. 69–82, 2025, doi: doi.org/10.31599/bkc3ne60.
- [5] H. Masruroh, W. Hadi, M. Ahied, B. Tamam, "Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Terhadap Pemahaman Konsep Siswa," *J. Nat. Sci. Educ. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 56–63, 2023.
- [6] I. Ismaldyka, P. Belluano, L. Ilmawan, "Rancang Bangun Augmented Reality Dalam Promosi Property

- Pt. Citra Barkatama Karya,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 5, no. 3, pp. 244–253, 2024, doi: 10.33096/busiti.v5i3.2040.
- [7] P. Putra, A. Alzaini, R. Heroza, A. Meiriza, “Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Dalam Pemasaran Perumahan Mutiara Barangan Palembang,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 2, p. 181, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i2.25742.
- [8] I. Rochman, A. Adisusilo, “Sebuah APLIKASI VIRTUAL TOUR PENJUALAN PERUMAHAN BERBASIS AUGMENTED REALITY,” *Melek IT Inf. Technol. J.*, vol. 7, no. 2, pp. 23–32, 2021, doi: 10.30742/melekitjournal.v7i2.167.
- [9] P. Suhadi, F. Rifqi, L. Angga, P. Satrio, “PENGUNAAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY UNTUK MENINGKATKAN PENGALAMAN PELANGGAN DALAM PEMASARAN PRODUK REAL ESTATE,” *J. Digit.*, vol. 13, no. 2, pp. 179–190, 2023, doi: <https://doi.org/10.51920/jd.v13i2>.
- [10] S. Alisyafiq, B. Hardiyana, and R. Dhaniawaty, “Implementasi Multimedia Development Life Cycle Pada Aplikasi Pembelajaran Multimedia Interaktif Algoritma dan Pemrograman Dasar Untuk Mahasiswa Berkebutuhan Khusus Berbasis Android,” *J. Pendidik. Kebutuhan Khusus*, vol. 5, no. 2, pp. 135–143, 2021, [Online]. Available: <http://jpkk.ppj.unp.ac.id>
- [11] D. Ilma, “Implementasi Multimedia Development Life Cycle (Mdlc) Pada Aplikasi Media Pembelajaran Budaya Jawa Barat Di Kompepar Giri Harja Jelekong,” *Jatilima J. Multimed. Dan Teknol. Inf.*, vol. 06, no. 02, pp. 254–272, 2024, doi.org/10.54209/jatilima. v6i02.609.
- [12] M. Nurwanda and M. Gustalika, “Implementasi Sistem Pariwisata Desa Serayu Larangan Sebagai Langkah Digitalisasi Wisata Berbasis Website Design of Tourism System in Serayu Larangan Village Using Website-Based R & D Methods,” *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 5, no. 4, pp. 935–954, 2025, doi.org/10.52436/1.jpti.729.
- [13] I. Sari, I. Batubara, A. Hazidar, “Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran,” *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–215, 2022, [Online]. Available: https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/hello_world/article/view/142
- [14] M. Fahmizher, R. Ruuhwan, R. Hartono, “Pembuatan Aplikasi Denah Berbasis Augmented Reality (Ar) Model Marker Basic Tracking Menggunakan Metode Mdlc,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3550.
- [15] D. Aryani, N. Noviandi, N. Fatonah, H. Akbar, “Game Edukasi Berbasis Augmented Reality (AR) Menggunakan Metode Marker-Based Tracking dalam Perancangan Aplikasi Tata Surya,” *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 155–163, 2024. [Online]. Available: <https://ioinformatic.org/index.php/JUKI/article/view/706>.
- [16] R. Ariyana, E. Susanti, M. Rizqy, “Penerapan Uji Fungsionalitas Menggunakan Black Box Testing pada Game Motif Batik Khas Yogyakarta,” *JUMINTAL J. Manaj. Inform. dan Bisnis Digit.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–43, 2023, doi: 10.55123/jumintal.v2i1.2371.
- [17] N. Mahrozi, M. Yaqin, “Pengujian Aplikasi Dengan Metode Blackbox Testing: Analisis Boundary Value dan Equivalence Partitioning Pada Aplikasi Sistem Pakar Kucing,” *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 6, pp. 257–265, 2024, doi: 10.572349/scientica.v2i6.1588.
- [18] A. Mardhiyya, A. Fauzy, S. Sungkowati, “Rancang Bangun Website Berbasis Wordpress Sebagai Media Promosi Dimsum Ambyarr,” *J. Penerapan Ilmu-ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 14–21, 2023, [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id>
- [19] R. Hozairi, Buhari, S. Alim, Panduan Komprehensif Pengujian Perangkat Lunak, Handarini, Ed. Bandung: Widina Media Utama, 2024.
- [20] J. Nielsen, T. Landauer, “A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '93)*, Amsterdam: ACM, 1993, pp. 206–213. doi: 10.1145/169059.169166.
- [21] R. Virzi, “Refining the Test Phase of Usability Evaluation: How Many Subjects Is Enough?,” *Hum. Factors*, vol. 34, no. 4, pp. 457–468, 1992, doi: 10.1177/001872089203400407.
- [22] J. Lewis, “Sample Sizes for Usability Studies: Additional Considerations,” *Hum. Factors*, vol. 36, no. 2, pp. 368–378, 1994, doi: 10.1177/001872089403600215.