

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

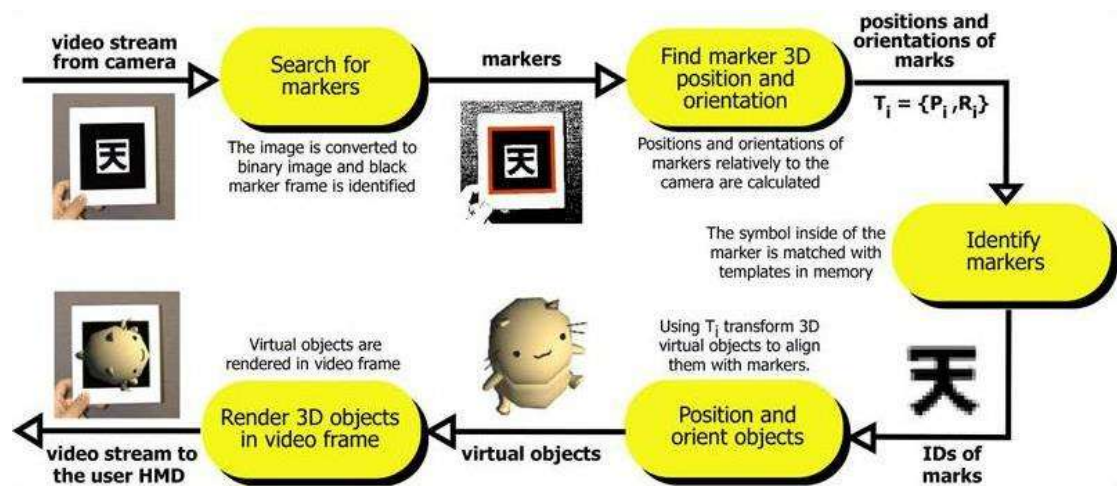
2.1.1 *Augmented Reality*

Augmented Reality atau yang sering disingkat AR adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (*real-time*). Berbeda dengan *Virtual Reality* (VR) yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, *Augmented Reality* (AR) hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan yang ada [37]. Terdapat tiga syarat utama yang harus dipenuhi dalam pengembangan *Augmented Reality* (AR) meliputi keberadaan objek *virtual* dan objek nyata di lingkungan fisik, interaksi yang terjadi secara interaktif antara pengguna dan objek *virtual*, serta sistem yang harus beroperasi secara *real-time* karena AR bertujuan untuk menggabungkan objek *virtual* ke dalam lingkungan nyata [38].

Augmented Reality (AR) bertujuan untuk memanfaatkan dunia nyata sebagai dasar, dengan mengintegrasikan berbagai teknologi *virtual* dan menambahkan data kontekstual untuk meningkatkan pemahaman pengguna manusia. Data kontekstual ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti audio komputer, data lokasi, konteks sejarah, atau bentuk lainnya. AR dapat diimplementasikan pada berbagai perangkat, termasuk kacamata, ponsel, dan lainnya. Untuk memastikan kinerja perangkat AR yang optimal, diperlukan penggunaan sejumlah data berupa video, gambar, animasi, dan model 3D. Dengan demikian, pengguna dapat melihat hasilnya dalam kondisi pencahayaan buatan

maupun alami. AR menggunakan teknologi seperti SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), sensor dan pengukur kedalaman [39].

Sistem *Augmented Reality* (AR) beroperasi dengan mendeteksi citra, di mana citra yang digunakan adalah *marker* [40], [41], [42]. *Augmented Reality* mengintegrasikan elemen-elemen digital ke dalam dunia nyata secara *real-time* dan mengikuti keadaan lingkungan dunia nyata. Berdasarkan Gambar 2.1, prinsip kerja *Augmented Reality* adalah sebagai berikut: Kamera yang telah dikalibrasi akan mendeteksi *marker* yang diberikan. Setelah mengenali dan menandai pola *marker*, webcam akan melakukan perhitungan untuk memverifikasi apakah *marker* tersebut sesuai dengan database yang ada. Jika tidak sesuai, informasi *marker* tidak akan diolah. Namun, jika sesuai, informasi *marker* akan digunakan untuk merender dan menampilkan objek 3D atau animasi yang telah dibuat sebelumnya [43].



Gambar 2. 1 Prinsip kerja *Augmented Reality*

Ada beberapa kategori teknologi *Augmented Reality*, masing-masing memiliki perbedaan dan kegunaan dalam pengaplikasiannya seperti sebagai berikut:

1. *Marker-based Augmented Reality*

Marker-based AR menggunakan kamera dan berbagai jenis penanda visual atau *marker*, seperti QR-code atau gambar dua dimensi. Teknologi ini akan menghasilkan output hanya ketika *marker* di-scan. Aplikasi *marker-based* menggunakan kamera pada perangkat untuk membedakan *marker* dari objek dunia nyata lainnya. Pola sederhana seperti kode QR digunakan sebagai *marker* karena mudah dikenali dan tidak membutuhkan banyak upaya untuk membacanya. Selain itu, posisi dan orientasi dihitung dengan menempelkan banyak *marker* pada beberapa jenis konten atau informasi.

2. *Markerless Augmented Reality*

Markerless menyediakan data berdasarkan lokasi menggunakan GPS, kompas digital, pengukur kecepatan, atau akselerometer yang tertanam dalam perangkat. Ini adalah salah satu aplikasi AR yang digunakan secara luas. Teknologi *Markerless* AR mencakup kemampuan smartphone untuk mendeteksi lokasi. Memetakan arah, menemukan bisnis terdekat, dan aplikasi seluler berbasis lokasi lainnya adalah beberapa aplikasi yang paling sering digunakan.

3. *Projection Based Augmented Reality*

Projection-based Augmented Reality (AR) beroperasi dengan memproyeksikan cahaya buatan ke permukaan nyata. Teknologi ini memungkinkan interaksi pengguna dengan memproyeksikan cahaya ke permukaan nyata dan kemudian mendeteksi interaksi sentuhan dari cahaya yang diproyeksikan tersebut.

4. *Superimposition Based Augmented Reality*

Superimposition-based AR memiliki kemampuan untuk menggantikan sebagian atau seluruh tampilan asli objek dengan tampilan baru yang ditambahkan dari objek yang sama. Pendeteksian objek sangat penting karena aplikasi tidak dapat menggantikan tampilan asli dengan peningkatan jika tidak dapat mengidentifikasi objek tersebut. Katalog furnitur berbasis *Augmented Reality* (AR) dari IKEA menawarkan contoh penerapan teknologi AR ini kepada konsumen. Pengguna dapat menempatkan furnitur *virtual* IKEA di rumah mereka sendiri dengan mengunduh aplikasi dan memindai halaman yang dipilih dari katalog digital atau cetak IKEA.

2.1.2 **Android**

Android merupakan sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi [44]. Saat ini, Android mendominasi pasar smartphone global, melampaui para pesaingnya. Android menawarkan platform terbuka (*open source*) yang memungkinkan para pengembang menciptakan aplikasi mereka sendiri. Sistem operasi ini berkembang dengan cepat dengan berbagai versi yang memiliki fitur-fitur semakin canggih. Android memiliki beberapa karakteristik, antara lain bersifat terbuka, semua aplikasi diperlakukan setara, mengatasi hambatan pada aplikasi, serta memungkinkan pengembangan aplikasi yang cepat dan mudah [45].

Sebagai platform aplikasi yang bersifat netral, Android memungkinkan pengguna untuk menginstal aplikasi yang dibutuhkan meskipun bukan aplikasi bawaan [46]. Fitur-fitur penting Android meliputi:

1. Framework aplikasi yang mendukung penggantian komponen dan penggunaan ulang.
2. Mesin *virtual* Dalvik yang dioptimalkan untuk perangkat mobile.
3. Peramban terpadu berbasis pada *engine open source* WebKit.
4. Grafis yang dioptimalkan dan didukung oleh pustaka grafis 2D, serta grafis 3D sesuai spesifikasi OpenGL ES1.0 (opsional akselerasi perangkat keras).
5. SQLite sebagai solusi penyimpanan data.
6. Dukungan media yang meliputi audio, video, dan gambar.
7. Konektivitas Bluetooth, EDGE, 3G, 4G, dan WIFI (tergantung pada perangkat keras).
8. Lingkungan pengembangan yang lengkap dan kaya, termasuk perangkat emulator, alat untuk debugging, profil kinerja memori, dan plugin untuk IDE Eclipse.

2.1.3 *Functionality Testing*

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *black box testing*, sebuah teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsional tanpa melihat struktur internal kode. Pada pengujian *black box*, penguji hanya memiliki informasi mengenai input dan output yang diharapkan dari perangkat lunak yang diuji, tanpa mengetahui detail implementasi internalnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi yang tidak berjalan dengan

benar, kesalahan pada antarmuka, kesalahan struktur data, masalah kinerja, kesalahan inisialisasi, dan masalah terminasi [47]. Dengan demikian, *black box* testing menjadi metode yang efektif untuk memvalidasi keandalan dan kinerja perangkat lunak tanpa memerlukan pengetahuan mendalam tentang struktur internalnya [48]. Ada berbagai teknik yang digunakan dalam pengujian *black box*, yaitu:

1. Teknik *Equivalence Partitioning* adalah metode untuk membagi data input menjadi beberapa kategori atau bagian yang relevan.
2. Teknik *Boundary Value Analysis* berfokus pada identifikasi kesalahan yang muncul di batas nilai, baik itu nilai minimum maupun maksimum, baik di dalam maupun di luar perangkat lunak.
3. Teknik *Fuzzing* adalah pendekatan untuk mendeteksi bug atau masalah pada perangkat lunak dengan cara menyuntikkan data yang rusak atau tidak valid.
4. Teknik *Cause-Effect Graph* memanfaatkan grafik untuk menggambarkan hubungan antara penyebab dan akibat dalam proses pengujian.
5. Teknik *Orthogonal Array Testing* digunakan ketika domain inputnya relatif kecil, namun kompleksitasnya cukup besar untuk diuji secara efektif dalam skala yang lebih luas.
6. Teknik *All Pair Testing* merancang pengujian untuk mencakup semua kombinasi pasangan input yang mungkin, dengan tujuan menguji seluruh kombinasi pasangan tersebut.
7. Teknik *State Transition* digunakan untuk menguji kondisi mesin dan pergerakan antar kondisi dalam bentuk grafik.

8. Teknik *Error Guessing* merupakan metode pengujian di mana penguji menggunakan pengetahuan dan pengalaman mereka untuk menebak potensi kesalahan dalam aplikasi.
9. Teknik *Use Case* adalah pengujian yang melibatkan evaluasi fungsi perangkat lunak dengan menjalankan sistem dari awal hingga akhir untuk memastikan semua fungsionalitas diuji.
10. Teknik *Decision Table Technique* adalah metode yang disusun secara sistematis, di mana berbagai kombinasi input disajikan dalam bentuk tabel, berguna untuk menguji fungsi yang menggambarkan hubungan logis antara beberapa input.

Penelitian ini menggunakan teknik *Boundary Value Analysis*. Teknik ini merupakan metode pengujian perangkat lunak yang menitikberatkan pada pengujian nilai-nilai batas dari domain input. Inti dari metode ini adalah bahwa kesalahan sering ditemukan di sekitar batas-batas input, sehingga dengan menguji nilai-nilai batas ini, dapat ditemukan bug atau kesalahan yang mungkin tidak terlihat saat menggunakan nilai-nilai tengah atau umum dari domain [50].

2.1.4 Usability Testing

Usability berasal dari kata *usable* yang berarti dapat digunakan dengan baik. Secara umum, *usability* dapat diartikan sebagai proses optimasi interaksi antara pengguna dengan sistem yang dapat dilakukan secara interaktif. *Usability* menjadi aspek penting dalam keberhasilan sebuah aplikasi atau website [51]. *Usability* didefinisikan sebagai pengalaman pengguna saat berinteraksi dengan aplikasi atau website sampai pengguna dapat menggunakannya dengan mudah dan cepat [52].

Mengukur tingkat keberhasilan sebuah website atau aplikasi memerlukan evaluasi *usability* yang sistematis.. Ada banyak kuesioner yang tersedia untuk mengukur *usability*, salah satunya adalah *System Usability Scale* (SUS). SUS adalah alat ukur yang menilai *usability* suatu produk [53]. *System Usability Scale* (SUS) dirancang sebagai skala yang ‘*quick and dirty*’ untuk memenuhi kebutuhan akan kuesioner yang singkat dan konsisten. Salah satu keunggulan pengujian ini adalah melibatkan pengguna langsung sebagai penguji, sehingga dapat menghemat biaya dan membutuhkan sampel yang relatif sedikit. Selain itu, jumlah pertanyaan dalam SUS hanya terdiri dari sepuluh, menjadikannya alat uji yang efisien dan mudah digunakan [54]. Kusioner SUS terdiri dari 10 item pertanyaan yaitu sebagai berikut:

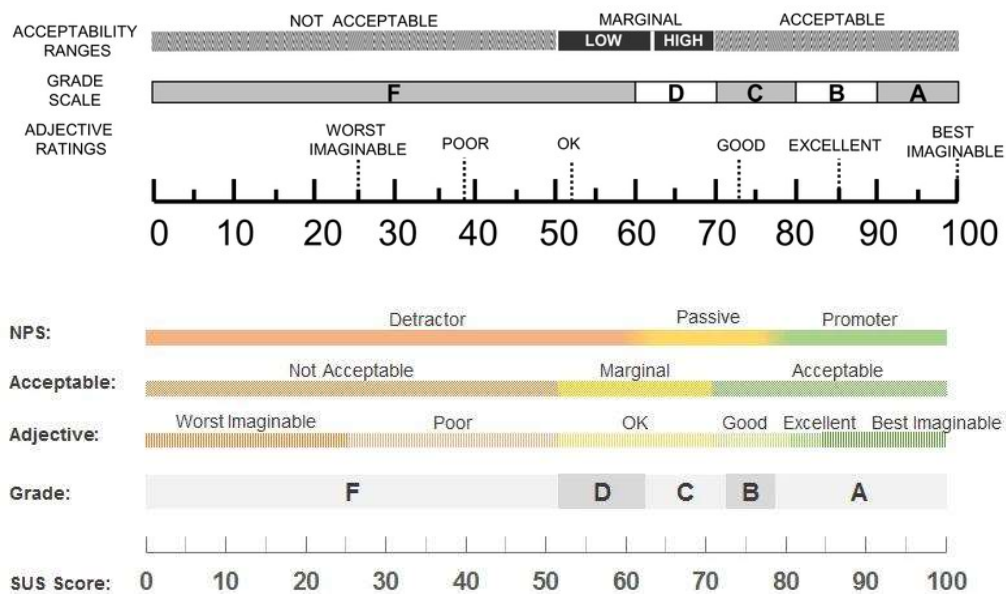
Tabel 2. 1 Instrumen pertanyaan SUS

No.	Pertanyaan	Skor
1.	Saya merasa akan sering atau kembali menggunakan aplikasi ini lagi	1-5
2.	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit dan sulit untuk digunakan	1-5
3.	Saya pikir aplikasi ini mudah untuk digunakan	1-5
4.	Terkadang, saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi untuk menggunakan aplikasi ini	1-5
5.	Saya menemukan berbagai fungsi dalam aplikasi ini terintegrasi dengan baik	1-5
6.	Saya merasa ada banyak ketidakkonsistenan dalam aplikasi ini	1-5
7.	Saya rasa kebanyakan orang bisa belajar menggunakan aplikasi ini dengan cepat	1-5
8.	Saya menilai aplikasi ini sangat rumit untuk dioperasikan atau membingungkan	1-5
9.	Saya merasa sangat percaya diri mengoperasikan aplikasi ini	1-5
10.	Sebelum mengoperasikan aplikasi ini saya butuh banyak belajar	1-5

Kuesioner SUS menggunakan skala Likert dengan 5 poin. Responden diminta untuk memberikan penilaian Sangat Tidak Setuju, Tidak Setuju, Netral, Setuju, dan Sangat Setuju atas 10 pertanyaan SUS berdasarkan penilaian subjektif mereka. Jika responden merasa tidak menemukan skala respon yang sesuai, mereka harus mengisi titik tengah dari skala pengujian.

Setiap pernyataan memiliki skor kontribusi dalam perhitungan. Skor kontribusi tiap pernyataan berkisar antara 0 hingga 4. Untuk pernyataan yang positif yaitu item 1, 3, 5, 7, dan 9, skor kontribusinya adalah skala penilaian dikurangi 1. Sementara untuk pernyataan negatif yaitu item 2, 4, 6, 8, dan 10, skor kontribusinya adalah 5 dikurangi skala penilaian. Jumlah skor kontribusi kemudian dikalikan dengan 2.5 untuk mendapatkan nilai keseluruhan *usability* sistem.

Penentuan hasil perhitungan metode *System Usability Scale* (SUS) mencakup tiga aspek penting yaitu *acceptability*, *grade scale*, dan *adjective rating*. *Acceptability* menilai penerimaan aplikasi dengan kategori *not acceptable*, marginal (*low* dan *high*), serta *acceptable*. *Grade scale* mengukur kualitas aplikasi dengan tingkat yang terdiri dari A, B, C, D, dan E. *Adjective rating* mencakup beberapa tingkatan yaitu *worst imaginable*, *poor*, *ok*, *good*, *excellent*, dan *best imaginable* [55]. Penilaian metode pengujian *System Usability Scale* (SUS) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Interpretasi SUS Score

Skala SUS yang bernilai <50 dikatakan masuk kedalam kategori “*not acceptable*” atau tidak diterima. Rentang skor 50-60 termasuk kedalam kategori “*low*” atau rendah. Berada diantara 60-70 dikatakan memiliki usabilitas yang “*high*” atau tinggi. Sedangkan jika skala bernilai >70 maka termasuk dalam kategori “*acceptable*” atau dapat diterima.

Proses analisis data dilakukan secara terstruktur setelah semua data responden berhasil dikumpulkan. Uji *usability* dimulai dengan menghitung skor pernyataan ganjil, sesuai dengan Persamaan 2.1. Pernyataan ganjil dalam kuesioner SUS (nomor 1, 3, 5, 7, dan 9) diolah dengan cara mengurangi skor Likert yang diberikan responden dengan nilai 1. Proses ini dilakukan untuk menyesuaikan skor dengan format evaluasi SUS.

$$x = P_x - 1 \quad (2.1)$$

Sementara itu, perhitungan untuk pernyataan genap (nomor 2, 4, 6, 8, dan 10) dirumuskan dalam Persamaan 2.2. Skor genap diolah dengan cara mengurangi

nilai tersebut dari 5 untuk menyesuaikan pernyataan negatif agar sesuai dengan pola penghitungan SUS.

$$y = 5 - P_y \quad (2.2)$$

Selanjutnya, total skor dari pernyataan ganjil dan genap dijumlahkan, sebagaimana dirumuskan dalam Persamaan 2.3. Hasil ini dikalikan dengan 2,5 untuk menyesuaikan nilai ke skala 0 hingga 100, sesuai dengan standar SUS. Pengali 2,5 memastikan bahwa hasil penghitungan merepresentasikan *usability* secara kuantitatif dalam skala yang konsisten.

$$z = \left(\sum x + \sum y \right) * 2,5 \quad (2.3)$$

Langkah terakhir adalah menghitung skor rata-rata SUS, yang dirumuskan dalam Persamaan 2.4. Skor SUS dari seluruh responden dijumlahkan, kemudian dibagi dengan jumlah responden untuk memperoleh rata-rata, yang menjadi representasi tingkat *usability* sistem secara keseluruhan.

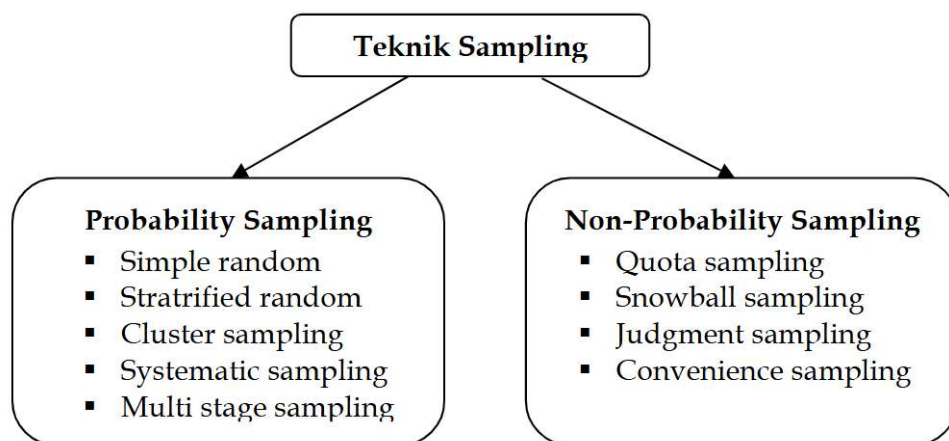
$$Score\ SUS = \frac{\sum z}{n} \quad (2.4)$$

Serangkaian proses ini, hasil analisis menjadi lebih terstruktur, akurat, dan andal, memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai kualitas sistem yang diuji.

2.1.5 Populasi dan *Sample*

Populasi merujuk pada area generalisasi yang mencakup objek atau subjek dengan sifat dan karakteristik tertentu yang telah ditentukan untuk dianalisis dan

diambil kesimpulannya. Sementara itu, sampel adalah bagian atau subset dari populasi yang diambil untuk mewakili keseluruhan populasi tersebut [56]. Teknik sampling digunakan untuk menarik kesimpulan tentang populasi atau untuk membuat generalisasi terkait teori yang ada. Pemilihan teknik pengambilan sampel sangat bergantung pada jenis metode yang digunakan. Secara umum, terdapat dua jenis teknik pengambilan sampel, yakni probabilitas (acak) dan non-probabilitas (tidak acak) seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Macam Teknik Sampling

1. *Probability Sampling*

Probabilitas sampling mengacu pada situasi di mana setiap elemen dalam populasi memiliki peluang yang setara untuk terpilih dalam sampel. Pengambilan sampel acak atau probabilistik memiliki tingkat kebebasan tertinggi dari bias, namun dapat menjadi sampel yang paling mahal dalam hal waktu dan sumber daya, terutama jika mempertimbangkan tingkat kesalahan pengambilan sampel tertentu [57], [58].

- a. *Simple Random Sampling* adalah teknik di mana setiap anggota populasi memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih sebagai subjek. Proses pengambilan sampel dilakukan dalam satu langkah, di mana setiap subjek dipilih secara independen dari anggota populasi lainnya.
- b. *Stratified Random Sampling* adalah teknik di mana populasi dibagi menjadi strata atau subkelompok, dan sampel acak diambil dari setiap subkelompok. Subgrup dapat terdiri dari item yang serupa, seperti berdasarkan ukuran perusahaan, jenis kelamin, atau pekerjaan. Teknik ini sering digunakan ketika terdapat banyak variasi dalam populasi, dengan tujuan memastikan setiap strata terwakili dengan baik.
- c. *Cluster Sampling* adalah teknik di mana populasi dibagi menjadi kelompok atau *cluster*. Sampel acak kemudian diambil dari cluster tersebut, dan seluruh anggota dalam cluster yang dipilih digunakan dalam sampel akhir.
- d. *Systematic Sampling* adalah teknik di mana setiap elemen ke- n dipilih setelah pemilihan acak pertama. Metode ini digunakan dengan daftar yang berfungsi sebagai kerangka sampel, yang dapat diurutkan atau tidak. Pada pengambilan sampel sistematis, ukuran interval sampel (k) ditentukan, kemudian titik awal acak dipilih antara 1 dan k , dan elemen ke- k berikutnya dipilih untuk dimasukkan dalam sampel.
- e. *Multi-stage Sampling* adalah teknik yang melibatkan pemilihan sampel secara bertahap dari sampel yang lebih besar ke sampel yang lebih kecil, dengan menggunakan langkah-langkah yang sistematis. Tujuan utama dari multi-stage

sampling adalah untuk memilih sampel yang terkonsentrasi di beberapa wilayah geografis, yang dapat menghemat waktu dan biaya.

2. *Non-Probability Sampling*

Non-probabilitas sampling sering dikaitkan dengan desain penelitian studi kasus dan penelitian kualitatif. Studi kasus umumnya berfokus pada sampel kecil dan bertujuan untuk menganalisis fenomena kehidupan nyata, bukan untuk menarik kesimpulan statistik terkait populasi yang lebih luas [58]. Pendekatan ini tidak mengharuskan sampel peserta atau kasus bersifat representatif atau acak, namun penting untuk memiliki alasan yang jelas dalam memilih beberapa kasus atau individu dibandingkan yang lainnya.

- a. *Quota Sampling* adalah teknik non-random sampling di mana peserta dipilih berdasarkan karakteristik tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuannya adalah agar total sampel mencerminkan distribusi karakteristik yang ada dalam populasi yang lebih luas.
- b. *Snowball Sampling* merupakan metode non-random sampling yang memanfaatkan beberapa individu untuk merekrut individu lainnya untuk berpartisipasi dalam penelitian, sehingga dapat meningkatkan ukuran sampel. Metode ini sangat efektif untuk populasi kecil yang sulit diakses, seperti kelompok tertutup atau profesi tertentu [58], [59].
- c. *Judgement Sampling* adalah strategi di mana individu atau peristiwa tertentu dipilih secara sengaja karena dianggap memberikan informasi penting yang tidak dapat diperoleh dari pilihan lain [60]. Peneliti memasukkan kasus atau

peserta dalam sampel berdasarkan keyakinan bahwa mereka perlu disertakan [58].

- d. *Convenience Sampling* adalah teknik di mana peserta dipilih karena mereka mudah diakses. Biasanya, metode ini lebih disukai di kalangan mahasiswa karena biayanya yang rendah dan kemudahan dalam pemilihannya dibandingkan teknik sampling lainnya [58], [61]. *Convenience sampling* sering digunakan untuk mengatasi keterbatasan dalam penelitian.

2.1.6 *Software Pendukung*

1. Unity 3D

Unity 3D adalah sebuah game engine *cross – platform* yang digunakan untuk produksi video game baik berbasis dua dimensi maupun tiga dimensi. Unity 3D juga merupakan sebuah tool terintegrasi yang digunakan untuk membuat konten yang interaktif seperti, visual arsitektur, simulasi, dan *real-time* 3D animasi. Unity termasuk *software* yang dapat digunakan secara gratis atau *open – sources* karena berbasis .NET [62], [63]. Unity mendukung banyak platform yang dibutuhkan seperti Windows, iOS, Android, dan sebagainya, juga dapat menggunakan bermacam - macam bahasa pemrograman mulai dari C#, Javascript, dan BooScript [64].

2. Vuforia SDK

Vuforia adalah *Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. Sebelumnya, Vuforia dikenal dengan nama QCAR (*Qualcomm Company Augmentend Reality*). Vuforia

menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali dan melacak gambar target (*Target Image*) dan objek 3D sederhana, seperti kotak secara *real-time* [65]. Vuforia SDK juga tersedia untuk digabungkan dengan Unity yaitu bernama *Vuforia AR Extension for Unity*. Vuforia AR memberikan cara berinteraksi yang memanfaatkan kamera *smartphone* untuk digunakan sebagai perangkat input yang berfungsi sebagai mata elektronik yang mengenali *marker* tertentu, sehingga memunculkan tampilan perpaduan antara dunia nyata dan dunia yang digambar oleh aplikasi [62].

Marker-based Augmented Reality (AR) menggunakan gambar sebagai *marker* untuk memunculkan objek *virtual*. Algoritma yang digunakan termasuk deteksi fitur (*Feature Detection*) dengan metode seperti FAST atau ORB, di mana fitur penting pada *marker* seperti sudut, tepi, dan pola diidentifikasi. Setelah fitur terdeteksi, fitur ini dicocokkan dengan database gambar yang telah dilatih menggunakan algoritma KNN untuk menemukan kemiripan. Setelah pencocokan berhasil, transformasi homografi dihitung dengan algoritma seperti RANSAC untuk memastikan posisi dan orientasi objek *virtual* terhadap *marker* fisik. Selanjutnya, pose *marker* dihitung menggunakan metode *Perspective-n-Point* (PnP), yang menentukan posisi dan orientasi kamera relatif terhadap *marker*, memungkinkan penempatan konten AR secara akurat.

Di sisi lain, *Markerless Augmented Reality* (AR) menggunakan area datar atau ground plane sebagai referensi untuk menempatkan objek *virtual*. Vuforia menggunakan teknologi SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) untuk mendeteksi permukaan datar di dunia nyata, dengan algoritma seperti *Visual-*

Inertial Odometry (VIO) yang menggabungkan data dari kamera dan sensor gerak untuk melacak posisi perangkat secara *real-time*. *Point Cloud Analysis* digunakan untuk membangun model 3D dari area sekitar dengan memanfaatkan titik-titik fitur di lingkungan. Setelah *ground plane* dikenali, algoritma estimasi posisi menempatkan anchor atau titik referensi pada permukaan datar, memastikan objek AR tetap stabil meskipun perangkat bergerak. Pose perangkat kemudian dihitung menggunakan metode *Perspective-n-Point* (PnP), relatif terhadap titik-titik pada *plane*.

3. SketchUp

SketchUp adalah perangkat lunak grafis yang dapat menghasilkan gambar sketsa 3D (tiga dimensi). Aplikasi ini dirancang dengan fitur-fitur yang memudahkan penggunaannya, serta dilengkapi dengan antarmuka yang tidak rumit dan *user-friendly*. SketchUp sering digunakan untuk membuat objek 3D dalam berbagai bidang seperti teknik sipil, pengembangan game, pembuatan film, dan lain sebagainya. Aplikasi ini menyediakan beberapa fasilitas yang mendukung proses pembuatan objek 3D, antara lain 3D Warehouse dan V-ray for SketchUp. Kualitas desain yang dihasilkan oleh SketchUp lebih akurat karena skala gambar 3D dapat diatur [66].

2.2. Penelitian Terkait dan Kebaruan Penelitian

2.2.1 Penelitian Terkait

Kemajuan teknologi saat ini telah membawa perkembangan signifikan dalam penggabungan *Augmented Reality* (AR) ke dalam sektor arsitektur dan konstruksi. Berbagai penelitian dan implementasi telah menunjukkan

perkembangan pesat dalam pemanfaatan AR untuk meningkatkan pemahaman, visualisasi, dan efisiensi di berbagai aspek. Berikut ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Penelitian pertama dengan judul "Pengembangan Aplikasi Panduan Pengenalan Kampus Universitas Siliwangi Berbasis *Augmented Reality* Pada Perangkat Android," yang ditulis oleh Rhoza Prasetya, dkk, pada tahun 2018. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas informasi yang diterima oleh mahasiswa baru di Universitas Siliwangi dengan merancang aplikasi panduan berbasis AR. Aplikasi ini menggunakan teknologi *marker-based* yang memanfaatkan kamera pada *smartphone* pengguna untuk memberikan informasi tentang deskripsi bangunan, daftar dosen dan staf, serta galeri foto ketika diarahkan ke fasilitas atau bangunan tertentu. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode Luther-Sutopo dan telah diuji melalui *alpha testing*, yang menunjukkan hasil yang sesuai secara fungsional, serta *beta testing* dengan nilai 70.6%, menandakan bahwa aplikasi ini layak digunakan dengan interpretasi "Baik" menurut tingkat validasi Slovin [45].

Penelitian kedua dengan judul "Pemanfaatan Teknologi *Augmented Reality* Pada Media Pengenalan Bangunan Bersejarah Rumah Kediaman Bung Karno Bengkulu Berbasis Android" yang ditulis oleh Dedy Abdullah, dkk, pada tahun 2018. Jurnal ini membahas tentang pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam memperkenalkan bangunan Sejarah, khususnya rumah kediaman Bung Karno di Bengkulu. Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Incremental* dan hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi AR berbasis

marker ini dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian *alpha testing* menunjukkan parameter optimal seperti jarak yang baik dalam proses *tracking* pada *marker* adalah 27 cm, sudut pandang yang baik adalah 0 – 45 derajat, dan cahaya yang baik adalah 100 ml/m² – 400 ml/m². Secara keseluruhan, jurnal ini menunjukkan bagaimana teknologi AR dapat digunakan untuk memperkaya pengalaman pengunjung saat mengunjungi situs bersejarah seperti Rumah Kediaman Bung Karno di Bengkulu [46].

Penelitian ketiga dengan judul “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* 3D Berbasis Smartphone Sebagai Alat Visualisasi Arsitektur” oleh Festyagusti Hardikasari dan Puspita Tunggo Dewi, pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan aplikasi AR berbasis smartphone sebagai alat visualisasi arsitektur dalam praktik profesional arsitektur. Penelitian juga menelaah keunggulan AR dibandingkan dengan media presentasi menggunakan gambar *render* 3D. Metode pengembangan *prototype* digunakan untuk membangun aplikasi AR berbasis *smartphone*, terutama untuk bangunan tunggal. Penggunaan kuesioner digunakan untuk menilai pengaruh AR pada visualisasi arsitektur dalam lingkungan kerja. Hasil penelitian menunjukkan respons positif terhadap penggunaan AR sebagai media presentasi, meskipun pembuatan aplikasi AR terkait dengan kompleksitas model 3D bangunan. Ini memberikan wawasan tentang potensi dan tantangan penerapan teknologi AR dalam visualisasi arsitektur dalam konteks profesional. [67].

Penelitian keempat dengan judul "*Augmented Reality* (AR) pada Prototipe Gedung Global Surya" yang ditulis oleh Agus Komarudin, pada tahun 2020.

Penelitian ini bertujuan untuk memfasilitasi pemasaran dan penyampaian informasi tentang Gedung Global Surya melalui smartphone dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR). Metode pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan Unity dan Vuforia untuk interface dan sistem AR, serta *Google Sketchup* untuk objek tiga dimensi dan animasi. Hasil pengujian *alpha testing* berhasil memvisualisasikan gedung Global Surya secara interaktif dengan objek tiga dimensi dan animasi. Secara keseluruhan, jurnal ini menggambarkan penerapan teknologi AR dalam konteks pemasaran dan edukasi, terutama dalam memvisualisasikan prototipe bangunan seperti Gedung Global Surya [68].

Penelitian kelima dengan judul "Implementasi *Augmented Reality* Dalam Pembuatan Media Informasi Wisata Sejarah kota Medan Berbasis Android" yang ditulis oleh Irfan Syahputra, dkk, pada tahun 2020. Penelitian ini menyoroti penerapan teknologi AR dalam aplikasi media informasi wisata sejarah Kota Medan, yang bertujuan untuk memperkenalkan objek tiga dimensi dan informasi dari tempat bersejarah di Kota Medan melalui pemindaian *marker*. Tujuan aplikasi ini adalah untuk meningkatkan pemahaman anak-anak tentang tempat-tempat bersejarah dan menginspirasi untuk melestarikan warisan budaya. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode *waterfall*. Penelitian ini juga melibatkan pengujian *alpha testing*, termasuk *black-box testing* pada sistem, *marker*, sudut deteksi kamera ke *marker*, dan jarak deteksi kamera ke *marker*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan objek tiga dimensi dan informasi dengan baik, serta memiliki fitur yang sesuai dengan harapan.

Namun, penelitian ini memberikan celah untuk penelitian selanjutnya, seperti penambahan objek tiga dimensi, perbaikan desain tampilan aplikasi, dan peningkatan jangkauan deteksi kamera AR [69].

Penelitian keenam dengan judul "Teknologi *Augmented Reality* Pada Promosi Berbasis Android" yang ditulis oleh Yuli Cahyaningsih, pada tahun 2020. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media promosi interaktif menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis Android untuk Astra Motor Majenang. AR digunakan untuk menampilkan objek 3D motor Honda Genio pada brosur, beserta spesifikasi dalam bentuk teks dan audio. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Aplikasi yang dikembangkan memungkinkan brosur Honda Genio menampilkan model 3D motor dan informasi spesifikasinya. Pengujian *Alpha* dan *Beta* menunjukkan bahwa aplikasi berhasil tanpa kegagalan penggunaan dan disukai oleh pengguna, dengan 91,2% responden menyatakan sangat setuju bahwa aplikasi tersebut menarik. Secara keseluruhan, aplikasi AR berbasis Android ini menawarkan pendekatan promosi yang inovatif, meningkatkan interaktivitas dan pengalaman pengguna dengan brosur produk. Hal ini menyoroti potensi AR sebagai alat promosi yang menarik di masa depan [70].

Penelitian ketujuh dengan judul "Analisis Hasil Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Sebagai Alternatif Media Promosi Pariwisata" yang ditulis oleh Anggar Ranawijaya, dkk, pada tahun 2020. Penelitian ini membahas penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam promosi pariwisata di Kabupaten Banyumas. AR digunakan untuk memproyeksikan objek maya ke dalam realitas, dengan metode

marker-based tracking menggunakan Unity dan Vuforia SDK. Metode pengembangan yang digunakan adalah Waterfall, yang mencakup analisis, desain, penerapan, pengujian, dan perawatan. Pengujian aplikasi dilakukan berdasarkan standar ISO 25010, fokus pada *functional suitability*, *compability*, dan *usability*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki *functional suitability* sebesar 97,5%, *compability* 100%, dan *usability* 88,6%. Ini menunjukkan bahwa aplikasi tersebut beroperasi dengan baik dan efektif sebagai media promosi pariwisata. Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi berbasis AR sebagai media promosi yang inovatif dan efektif, yang dapat meningkatkan minat masyarakat terhadap pariwisata di Banyumas [71].

Penelitian kedelapan dengan judul "Visualisasi Company Profil 3D Bangunan Ria Busana Sebagai Media Promosi Berbasis *Augmented Reality* Menggunakan Google Sketch Up" yang ditulis oleh Wahyuda Adios Zul Pratama, dkk, pada tahun 2020. Penelitian ini mencoba menanggulangi keterbatasan media promosi tradisional di Ria Busana dengan merancang animasi 3D berbasis AR. Aplikasi Android yang dikembangkan dengan Unity3D dan Vuforia memungkinkan pengguna melihat model 3D bangunan Ria Busana melalui perangkat mobile mereka. Pengembangan aplikasi ini mengikuti model pengembangan APPED serta pengujian fungsional. *Marker* dalam AR digunakan untuk menggantikan objek bangunan dengan gambar yang dikenali oleh kamera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi AR dapat menjadi alat promosi yang efektif, memberikan pengalaman interaktif kepada pengguna dan memperkaya cara perusahaan menyajikan informasi kepada pelanggan. Keseluruhan, penelitian ini

membahas potensi AR sebagai alat promosi, khususnya dalam ritel fashion, serta bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan pengalaman pelanggan dan memberikan nilai tambah bagi perusahaan [72].

Penelitian kesembilan dengan judul "Rancang Bangun Media Promosi Perumahan Bukit Kemiling Permai Berbasis Aplikasi *Augmented Reality*" yang ditulis oleh Agung Syarif Hidayatullah, pada tahun 2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) untuk mempromosikan perumahan Bukit Kemiling Permai. Tujuannya adalah memudahkan pengusaha properti dan calon pembeli dalam memvisualisasikan properti secara lebih nyata dan interaktif. Penelitian ini menggunakan teknologi AR untuk menambahkan informasi tiga dimensi pada brosur properti yang dapat dilihat melalui smartphone. Metode pengembangan yang digunakan adalah Luther-Sutopo yang meliputi konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Pengujian fungsionalitas dan kuesioner dari aplikasi yang dibangun menunjukkan bahwa aplikasi tersebut berhasil bekerja dengan baik, mendapatkan nilai tinggi dari kuesioner yang disebar dengan nilai rata-rata sebesar 86. Meskipun demikian, penulis menyarankan pengembangan lebih lanjut, termasuk penambahan audio dan detail eksterior serta interior yang lebih rinci [73].

Penelitian kesepuluh dengan judul "Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality* Untuk Memperkenalkan Warisan Budaya Berwujud Di Museum Lampung Menggunakan Siklus Hidup Pengembangan Multimedia" yang ditulis oleh Ashabi Tohir & Muhammad Randyka Rojat, pada tahun 2022. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi AR untuk memperkenalkan warisan budaya berwujud di

Museum Lampung. Aplikasi ini memungkinkan pengunjung museum untuk mendapatkan informasi tentang koleksi melalui objek 3D yang ditampilkan ketika kamera pengguna diarahkan ke koleksi tersebut. Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) digunakan dalam pengembangan aplikasi ini. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM), aplikasi ini dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Sebanyak 83% responden setuju bahwa aplikasi ini bermanfaat dan nyaman digunakan. Dengan demikian, aplikasi AR yang dikembangkan dinilai dapat membantu pengunjung museum dalam mencari informasi tentang warisan budaya berwujud dan mempermudah pekerjaan pemandu museum [74].

Penelitian kesebelas dengan judul "Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Materi Rumah Adat Indonesia di Sekolah Dasar Kabupaten Brebes" yang ditulis oleh Sri Yuliyanti, dkk, pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk memperkenalkan rumah adat Indonesia kepada siswa sekolah dasar di Kabupaten Brebes. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode *waterfall* dengan pengumpulan data melalui Studi Pustaka, Observasi, dan Wawancara. Berdasarkan pengujian alpha yang dilakukan, aplikasi ini berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk mengenal dan melihat bentuk objek 3D dari rumah adat, dengan cara menyatukan objek nyata dengan objek maya, sehingga membuat materi lebih menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Aplikasi ini dinilai efektif sebagai media pembelajaran rumah adat. Saran untuk pengembangan lebih lanjut

termasuk penambahan jumlah objek 3D, kemampuan aplikasi untuk menampilkan objek tanpa *marker*, penambahan suara, dan desain interior rumah adat [75].

Penelitian kedua belas dengan judul "Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Simulasi Produk Ubin Kepada Konsumen Toko Bahan Bangunan Berbasis Android" yang ditulis oleh Sandi Maulana dan Taryana Suryana, pada tahun 2023. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi AR berbasis Android untuk konsumen toko bahan bangunan agar dapat melihat simulasi produk ubin secara realistis. Menggunakan Unity 3D dan paket AR Foundation serta AR Interaction Toolkit, aplikasi ini menawarkan simulasi dan interaksi dengan objek AR yang bersifat *markerless*. Metode pengembangan yang digunakan adalah model waterfall, cocok untuk penelitian skala kecil. Pengujian alpha dan beta dilakukan, dengan alpha menggunakan metode *black-box* dan beta melibatkan wawancara langsung dengan pegawai toko serta konsumen. Hasilnya menunjukkan aplikasi membantu konsumen memilih ubin yang tepat dengan visualisasi langsung, juga mendukung pegawai toko dalam memberikan rekomendasi dan mengurangi risiko ketidakcocokan produk. Penelitian ini mengungkap potensi teknologi AR dalam meningkatkan pengalaman berbelanja di toko bahan bangunan dan memberikan solusi inovatif bagi tantangan pemilihan produk [76].

Penelitian ketiga belas dengan judul "Pemanfaatan *Augmented Reality* Pengenalan Tugu yang Ada Pada Kabupaten Pringsewu Menggunakan Android" yang ditulis oleh Candra Kurnia Saputra, pada tahun 2023. Penelitian ini membahas penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk memberikan informasi lebih detail dan interaktif tentang tugu-tugu di Kabupaten Pringsewu melalui aplikasi

Android. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), termasuk identifikasi masalah, studi kelayakan, analisis kebutuhan sistem, dan desain konsep. Aplikasi yang dikembangkan divalidasi menggunakan pendekatan *black-box testing* untuk memastikan fungsionalitas seperti kamera, *marker*, dan antarmuka pengguna bekerja sesuai harapan. Penelitian ini menekankan pentingnya AR dalam menyediakan informasi edukatif secara interaktif dan menarik, serta potensi aplikasi multimedia dalam berbagai bidang [77].

Penelitian keempat belas dengan judul "Rancang Bangun Brosur Penjualan Rumah 3D Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* Berbasis Android pada Perumahan Grand Villa Sejahtera" yang ditulis oleh Algani, dkk, pada tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun brosur penjualan perumahan dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk memberikan informasi yang lebih detail dan akurat kepada konsumen. Metode penelitian yang digunakan adalah research and development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE, meliputi tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Aplikasi Android dibuat menggunakan Unity, Vuforia digunakan sebagai database, dan Sketchup untuk membuat model 3D perumahan. Hasilnya adalah aplikasi brosur penjualan rumah 3D berbasis Android yang memungkinkan konsumen melihat tampilan 3D rumah pada brosur, memudahkan mereka dalam memilih perumahan tanpa harus mengunjungi lokasi. Aplikasi AR ini menawarkan cara baru dalam promosi perumahan, memanfaatkan teknologi

untuk menampilkan objek 3D secara interaktif, yang dapat meningkatkan minat dan kemudahan bagi konsumen dan pengembang perumahan [78].

Penelitian kelima belas dengan judul "Katalog Digital Bangunan Komersial Sebagai Media Promosi Berbasis *Augmented Reality*" yang ditulis oleh Rohman Dijaya, dkk, pada tahun 2024. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses promosi bangunan komersial dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk visualisasi tiga dimensi objek bangunan. Penelitian menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang mencakup konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Aplikasi ini diuji menggunakan *black-box testing*, pengujian kompatibilitas dan kelayakan, dimana mendapatkan skor 913 dari 1000, atau 91,3%. Aplikasi dinilai sangat layak digunakan sebagai media promosi dan berpotensi membantu dalam kegiatan pemasaran bangunan komersial. Penggunaan *Augmented Reality* menawarkan interaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode promosi tradisional [79].

2.2.2 Matriks Penelitian

Matriks Penelitian ini menjelaskan tentang perbedaan antara penelitian terdahulu dengan Penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2. 2 Matriks Penelitian

No.	Penulis	Marker		Genre			Metode Pengembangan				Metode Pengujian			
		Marker-based	Markerless	Promosi	Informasi	Pembelajaran	MDLC	Waterfall	Prototype	Sherwood-Rout & Lainnya	Black-box	SUS	TAM	Kompabilitas & Lainnya
1	Rhoza Prasetya, Eka Wahyu Hidayat & Rahmi Nur Shofa (2018)	✓			✓		✓				✓	✓		
2	Dedy Abdullah, Alkausar Sani & Amir Hasan (2018)		✓		✓					✓	✓			
3	Festyagusti Hardikasari & Puspita Tunggo Dewi (2019)	✓		✓					✓			✓		
4	Agus Komarudin (2020)	✓		✓			✓				✓			
5	Irfan Syahputra, Edy Victor Haryanto & Muhammad Barkah Akbar (2020)	✓			✓			✓			✓			
6	Yuli Cahyaningsih (2020)	✓		✓			✓				✓	✓		
7	Anggar Ranawijaya, Emi Iryanti & Ferdinanda (2020)	✓		✓				✓			✓			✓
8	Wahyuda Adios Zul Pratama, Suriati & Siti Sundari (2021)	✓		✓						✓	✓			

No.	Penulis	Marker		Genre			Metode Pengembangan				Metode Pengujian			
		Marker-based	Markerless	Promosi	Informasi	Pembelajaran	MDLC	Waterfall	Prototype	Sherwood-Rout & Lainnya	Black-box	SUS	TAM	Kompabilitas & Lainnya
9	Agung Syarif Hidayatullah (2022)	✓		✓			✓				✓			
10	Ashabi Tohir & Muhammad Randyka Rojat (2022)	✓			✓		✓						✓	
11	Sri Yuliyanti, Agyztia Premana & Otong Saeful Bachri (2022)	✓				✓		✓			✓			
12	Sandi Maulana & Taryana Suryana (2023)		✓	✓				✓			✓			✓
13	Candra Kurnia Saputra (2023)		✓		✓		✓				✓			
14	Algani, Fitrah Eka Susilawati & Tsamratul'aeni (2023)	✓		✓						✓	✓			
15	Rohman Dijaya, Dimas Radito Hibatullah Putra, Ade Eviyanti & Cindy Taurusta (2024)	✓	✓	✓			✓				✓	✓		✓
16	Penelitian yang dilakukan	✓	✓	✓			✓				✓	✓		

*Keterangan: (✓) = kategori pengembangan yang dilakukan

2.2.3 Kebaruan Penelitian

Berdasarkan *state of the art* tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan dekat dengan banyak penelitian, akan tetapi penelitian ini akan melanjutkan dan mengembangkan penelitian yang dilakukan oleh Rohman Dijaya, dkk yang memiliki kemiripan dalam jenis *marker*, genre dan metode pengembangan. Bentuk keterbaruan dari penelitian yang dilakukan terletak pada objek yang diteliti serta penambahan fitur baru yang tidak ditemukan pada penelitian sebelumnya. Aplikasi AR yang dikembangkan akan menawarkan tingkat interaktivitas yang lebih tinggi, memungkinkan klien untuk melihat bagian dalam bangunan secara tiga dimensi, serta memberikan informasi lebih lengkap mengenai bangunan untuk memperdalam pemahaman pengguna. Fitur tambahan lainnya meliputi screenshot dan share, yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan dan membagikan pengalaman AR mereka melalui media sosial atau pesan.