IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN VISUALISASI PRODUK SIKOLOGI KOPI BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE MARKER-BASED TRACKING DENGAN MODELPENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL

SKRIPSI

DISUSUN OLEH :

KUKUH SETIAWAN
2209020200

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN VISUALISASI PRODUK SIKOLOGI KOPI BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE MARKER-BASED TRACKING DENGAN MODELPENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Tenologi Infromasi. pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

KUKUH SETIAWAN
2209020200

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi	:	Implementasi Augmated Reality Sebagai Media Promosi dan Visualisasi Produk Sikologi Kopi Berbasis Android Menggunakan Metode Marker-Based Tracking Dengan Model Pengembangan Sistem Waterfall
Nama Mahasiswa	:	Kukuh Setiawan
NPM	:	2209020200
Program Studi	:	Teknologi Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing

(Muhammad Haris S.Kom., M.Kom)
NIDN. 0116089602

Ketua Program Studi

(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)
NIDN. 0117019301

Dekan

(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

IMPLEMENTASI AUGMATED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN VISUALISASI PRODUK SIKOLOGI KOPI BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE MARKER-BASED TRACKING DENGAN MODEL PENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 2026

Yang membuat pernyataan



Kukuh Setiawan

2209020200

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Kukuh Setiawan
NPM	: 2209020200
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif *(Non-Exclusive Royalty free Right)* atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

IMPLEMENTASI AUGMATED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN VISUALISASI PRODUK SIKOLOGI KOPI BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE MARKER-BASED TRACKING DENGAN MODEL PENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 06 Oktober 2026

Yang membuat pernyataan



Kukuh Setiawan

2209020200

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Kukuh Setiawan
Tempat dan Tanggal Lahir	: M.Sipongi, 10 Oktober 2004
Alamat Rumah	: jl.sm.Raja,Simp.Amplas no.27
Telepon/Faks/HP	: 085767923718
E-mail	: kukuhsetiawan810@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: -
Alamat Kantor	: -

DATA PENDIDIKAN

SD	: Tunas Harapan Islam	TAMAT: 2016
SMP	: MTSN-1 Model Medan	TAMAT: 2019
SMA	: MAN 3 Medan	TAMAT: 2022

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Implementasi Augmented Reality sebagai Media Promosi dan Visualisasi Produk Sikologi Kopi Berbasis Android Menggunakan Metode Marker-Based Tracking dengan Model Pengembangan Sistem Waterfall". Selawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam proses penyusunannya, Penulis memperoleh bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd. Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom.,M.Kom. Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.

5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
6. Bapak Okvi Nugroho, S.Kom., M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
7. Bapak Muhammad Haris, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan yang sangat berharga dengan penuh kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Terima kasih atas dedikasi dan waktu yang diberikan untuk membimbing penulis.
8. Sembah sujud dan rasa terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada Ibunda tercinta Linda Herawati. Terima kasih atas untaian doa yang tiada pernah putus dalam setiap sujudmu, kasih sayang yang tulus, serta pengorbanan luar biasa yang tak mungkin sanggup penulis balas. Di saat langkah ini terasa berat dan jenuh melanda, senyum dan semangat dari Ibunda selalu menjadi kekuatan terbesar bagi penulis untuk terus melangkah hingga mampu menyelesaikan skripsi ini. Karya sederhana ini penulis dedikasikan sepenuhnya sebagai wujud rasa bakti dan hormat kepada Ibu.
9. Ungkapan rasa syukur dan terima kasih paling mendalam penulis haturkan kepada Ayah tersayang (Ikhwan Syamsuri). Terima kasih telah menjadi sosok pendukung terbaik yang selalu memotivasi penulis untuk tidak pernah menyerah saat menghadapi rintangan dalam pengerjaan skripsi ini. Di saat penulis ragu dengan kemampuan diri sendiri, keyakinan dan pundak Ayah selalu ada untuk menguatkan. Keberhasilan menyelesaikan studi ini tidak lepas dari didikan, petuah bijak, dan dukungan tanpa batas yang Ayah alirkan setiap hari. Semoga pencapaian ini bisa mengukir senyum bahagia di wajah Ayah.
10. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sangat istimewa kepada Zahara Sofani. Terima kasih atas setiap doa, perhatian, dan kesabaran yang selalu kamu berikan. Kehadiranmu menjadi sumber kekuatan. penguat di

saat lelah, serta alasan untuk terus melangkah meskipun keadaan tidak selalu mudah. Dukungan tulus darimu telah menjadi bagian penting dalam perialanan penulis menyelesaikan skripsi ini.

11. Ucapan terima kasih yang luar biasa untuk teman-teman seperjuangan. Terima kasih telah menjadi tim penyelamat kewarasan penulis di kala kepala hampir pecah menghadapi data dan bab-bab yang tak kunjung usai. Terima kasih sudah selalu siap sedia untuk diajak healing dadakan, mendengarkan keluh kesah yang berulang-ulang, dan menjadi pengingat paling berisik agar penulis tidak malas.
12. Terima kasih yang teramat dalam dan tulus penulis persembahkan untuk diri sendiri, Kukuh Setiawan. Terima kasih telah menjadi sosok yang begitu tegar dan menolak untuk tumbang, bahkan di saat rintangan datang bertubi-tubi dan segalanya terasa teramat sunyi serta berat. Terima kasih sudah bersedia mendekap erat rasa cemas, menyeka air mata sendiri di keheningan malam, dan memilih untuk tetap bangkit keesokan harinya. Kamu telah membuktikan bahwa pundakmu jauh lebih kuat dari semua beban yang sempat membuatmu ragu.

IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN VISUALISASI PRODUK SIKOLOGI KOPI BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE MARKER-BASED TRACKING DENGAN MODELPENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL

ABSTRAK

Promosi produk Sikologi Kopi melalui media sosial dan daftar menu belum memberikan pengalaman visual yang interaktif kepada pelanggan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi augmented reality berbasis Android sebagai media promosi dan visualisasi produk Sikologi Kopi. Aplikasi menggunakan metode Marker-Based Tracking untuk mengenali satu marker utama dan menampilkan objek produk tiga dimensi. Pengembangan sistem dilakukan dengan model Waterfall melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Aplikasi dikembangkan menggunakan Unity dan Vuforia Engine, kemudian diuji melalui pengujian fungsi aplikasi serta pengujian pendeteksian marker berdasarkan jarak, sudut pengambilan, dan kondisi pencahayaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dapat menampilkan katalog 20 produk menggunakan satu marker. Pengguna dapat melihat informasi produk dan berpindah antarproduk melalui fitur navigasi yang tersedia. Marker terdeteksi pada jarak 10–30 cm, tetapi tidak terdeteksi pada jarak 40 cm dan 50 cm. Pada pengujian sudut, marker terdeteksi hingga 45°, sedangkan pada sudut 60° marker tidak terdeteksi. Pendeteksian berjalan baik dalam kondisi pencahayaan terang dan normal, tetapi menjadi tidak stabil pada pencahayaan redup. Dengan demikian, aplikasi dapat digunakan sebagai media alternatif untuk memvisualisasikan dan menyampaikan informasi produk Sikologi Kopi secara interaktif pada perangkat Android, dengan memperhatikan jarak, sudut, dan pencahayaan saat pemindaian marker.

Kata Kunci: Augmented reality, Android, Marker-Based Tracking, media promosi, Waterfall.

IMPLEMENTATION OF AUGMENTED REALITY AS A PROMOTIONAL MEDIUM AND PRODUCT VISUALIZATION FOR SIKOLOGI KOPI ON ANDROID USING MARKER-BASED TRACKING WITH THE WATERFALL SYSTEM DEVELOPMENT MODEL

ABSTRACT

Promoting Sikologi Kopi products through social media and menu lists has not yet provided customers with an interactive visual experience. This study aims to develop an Android-based augmented reality application as a medium for promoting and visualizing Sikologi Kopi products. The application uses the Marker-Based Tracking method to recognize a single primary marker and display three-dimensional product objects. The system was developed using the Waterfall model through the stages of requirements analysis, design, implementation, testing, and maintenance. The application was developed using Unity and Vuforia Engine, then tested through application function testing and marker detection testing based on distance, viewing angle, and lighting conditions. The results show that the application can display a catalog of 20 products using a single marker. Users can view product information and switch between products using the available navigation features. The marker was detected at distances of 10–30 cm but was not detected at distances of 40 cm and 50 cm. In the angle testing, the marker was detected up to 45°, whereas it was not detected at a 60° angle. Detection worked well under bright and normal lighting conditions but became unstable under dim lighting. Therefore, the application can be used as an alternative medium for interactively visualizing and presenting information about Sikologi Kopi products on Android devices, provided that distance, angle, and lighting are taken into account when scanning the marker.

Keywords: Augmented reality, Android, Marker-Based Tracking, promotional media, Waterfall.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **ii**
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **iii**
RIWAYAT HIDUP ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Augmented Reality 7
2.1.2 Android 8
2.1.3 Marker-Basid-Tracking 9
2.1.4 Unity 10
2.1.5 Vuforia 12
2.1.6 Waterfall 13
2.2 Penelitian Terdahulu 14
2.3 Kerangka Berfikir 16
BAB III METODE PENELITIAN **20**
3.1 Metode Penelitian 20
3.2 Tahapan Penelitian 21
3.2.1 Analisis Kebutuhan 22
3.2.2 Desain Sistem 23
3.2.3 Implementasi Sistem 24
3.2.4 Pengujian Sistem 25
3.2.5 Pemeliharaan Sistem 26
3.3 Metode Pengumpulan Data 26
3.4 Perancangan Sistem 27
3.4.1 Flowchart Sistem 28
3.4.2 Use Case Diagram 30
3.4.3 Activity Diagram 32
3.4.4 Rancangan Tampilan Antarmuka 33
3.4.4.1 Rancangan Tampilan Menu Utama 34
3.4.4.2 Rancangan Tampilan Scan Marker 35
3.4.4.3 Rancangan Tampilan Petunjuk Penggunaan 36
3.4.4.4 Rancangan Tampilan Tentang Aplikasi 37
3.4.4.5 Rancangan Tampilan Objek 2D 38

3.5 Kebutuhan Sistem 39
3.5.1 Kebutuhan Perangkat Keras 39
3.5.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 39
3.6 Teknik Pengujian Sistem 40
3.6.1 Black Box Testing 41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Hasil Implementasi Sistem 43
4.2 Implementasi Antarmuka Aplikasi 44
4.2.1 Halaman Menu Awal 45
4.2.2 Halaman Pemindaian Marker 46
4.2.3 Hasil Deteksi Marker dan Visualisasi Objec 2D 48
4.2.4 Tampilan Informasi Produk 49
4.2.5 Implementasi Interaksi Rotasi Objek 2D 51
4.2.6 Tampilan Detail Produk 53
4.2.7 Implementasi Pergantian Produk 54
4.2.8 Implementasi Fitur Favorite 56
4.2.9 Implementasi Fitur Share 57
4.3 Impelementasi Marker Based-Tracking 58
4.3.1 Impelementasi Marker sebagai Image Targer 59
4.3.2 Proses Deteksi dan Tracking Marker 60
4.3.3 Penempatan Objek 2D terhadap Marker 62
4.4 Implementasi Katalog 20 Produk 63
4.4.1 Struktur dan Pengelolaan Data Produk 64
4.4.2 Mekanisme Pergantian Objek 2D 65
4.4.3 Sinkronisasi Objek 2D dan Informasi Produk 66
4.5 Pengujian Sistem 67
4.5.1 Pengujian Black Box 67
4.6 Pengujian Marker-Based Tracking 70
4.6.1 Pengujian Berdasarkan Jarak 70
4.6.2 Pengujian Berdasarkan Sudut 71
4.6.3 Pengujian Berdasarkan Kondisi Pencahayaan 72
4.6.4 Analisis Hasil Pengujian Marker-Based Tracking 73
4.7 Pengujian pada Perangkat Android 73
4.8 Pembahasan 74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 76
5.1 Kesimpulan 76
5.2 Saran 77
DAFTAR PUSTAKA 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 15
Tabel 3. 1 Perangkat Keras 39
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak 40
Tabel 3. 3 Pengujian Sistem 41
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Black Box Aplikasi 68
Tabel 4. 2 Pengujian Marker Berdasarkan Jarak 71
Tabel 4. 3 Pengujian Marker Berdasarkan Sudut 71
Tabel 4. 4 Pengujian Marker Berdasarkan Kondisi Pencahayaan 72
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pada Perangkat Android 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Teknologi Augmated Reality 8
Gambar 2. 2 Logo Android 9
Gambar 2. 3 Ilustrasi Marker-Based Tracking 10
Gambar 2. 4 Logo Unity 11
Gambar 2. 5 Logo Vuforia 12
Gambar 2. 6 Model Waterfall 14
Gambar 2. 7 Kerangka Berfikir 17
Gambar 3. 1 Model Waterfall 22
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem 29
Gambar 3. 3 Use Case Diagram 31
Gambar 3. 4 Activity Diagram 32
Gambar 3. 5 Rancangan Tampilan Menu Utama 34
Gambar 3. 6 Rancangan Tampilan Scan Marker 35
Gambar 3. 7 Rancangan Tampilan Petunjuk Penggunaan 36
Gambar 3. 8 Rancangan Tampilan Tentang Aplikasi 37
Gambar 3. 9 Rancangan Tampilan Objek 2D 38
Gambar 4. 1 Halaman Menu Awal 45
Gambar 4. 2 Halaman Pemindaian Marker 47
Gambar 4. 3 Hasil Deteksi Marker 49
Gambar 4. 4 Tampilan Informasi Produk 50
Gambar 4. 5 Tampilan interaksi rotasi objek dua dimensi 52
Gambar 4. 6 Tampilan Detail Produk 53
Gambar 4. 7 Tampilan Pergantian Produk 55
Gambar 4. 8 Tampilan Fitur Favorite 56
Gambar 4. 9 Tampilan Fitur Share 57
Gambar 4. 10 Maker Utama 59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan teknologi Augmented Reality pada perangkat mobile sedang mengalami kemajuan yang signifikan seiring dengan peningkatan kemampuan smartphone dalam mendukung visualisasi objek virtual secara realtime. Teknologi ini memberikan fasilitas kepada pengguna untuk melihat kombinasi antara objek nyata dan objek virtual melalui kamera perangkat, sehingga menciptakan pengalaman interaktif yang lebih menarik. Augmented Reality juga dapat menyajikan objek digital dua dimensi ke dalam lingkungan nyata tanpa menghilangkan keberadaan objek fisik di sekitarnya. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat merasakan pengalaman visual yang jauh lebih nyata dan informatif dibandingkan dengan media digital biasa. Selain berfungsi sebagai sarana hiburan, teknologi AR juga mulai diterapkan di berbagai sektor seperti pendidikan, kesehatan, industri, dan pemasaran digital karena dianggap mampu meningkatkan interaksi pengguna terhadap informasi yang disajikan. Penggunaan AR pada perangkat mobile dinilai lebih praktis karena dapat diakses melalui smartphone yang saat ini telah banyak dimiliki oleh masyarakat. Oleh karena itu, teknologi Augmented Reality telah menjadi salah satu inovasi digital yang terus berkembang dan semakin banyak dimanfaatkan dalam kehidupan seharihari.(Bimber & Raskar, 2022).

Perkembangan teknologi Augmented Reality mulai dimanfaatkan dalam sektor pemasaran dan promosi barang, karena bisa menarik minat konsumen lewat tampilan visual yang lebih modern serta interaktif. Media promosi yang berbasis AR menawarkan pengalaman yang berbeda ketimbang bentuk promosi tradisional, karena pengguna dapat mengamati produk dengan lebih detail menggunakan visualidasi objek dua dimensi secara langsung. Selain itu, penerapan teknologi AR dalam media promosi juga membuat penyampaian informasi mengenai produk menjadi lebih menarik, sehingga dapat meningkatkan ketertarikan konsumen terhadap barang yang ditawarkan. Teknologi ini dianggap memberikan pengalaman baru bagi pengguna, mengingat konsumen bisa berinteraksi langsung dengan objek virtual melalui ponsel pintar mereka. Dengan adanya visualisasi produk yang lebih jelas dan interaktif, pelaku SIKOLOGI KOPI dapat menjadikan teknologi AR sebagai salah satu alat promosi digital yang lebih efisien dalam memperkenalkan barang kepada masyarakat luas. Implementasi teknologi Augmented Reality pada media promosi juga menunjukkan bentuk inovasi dalam mengikuti perkembangan teknologi digital yang semakin pesat saat ini.(Silva et al., 2023)

Dengan kemajuan teknologi seluler, Realitas Tertambah kini diterapkan di banyak sektor, termasuk pendidikan, hiburan, kesehatan, serta promosi. Pada bidang promosi, AR dinilai lebih menarik karena memungkinkan pengguna melihat objek dalam dua dimensi dan berinteraksi lebih intens dibanding media konvensional. Selain itu, AR berbasis Android mempermudah masyarakat mengakses informasi hanya dengan menggunakan ponsel mereka.(Billinghurst et al., 2025)

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (SIKOLOGI KOPI) menjadi salah satu sektor yang berperan penting dalam menggerakkan perekonomian masyarakat. Seiring intensitas persaingan bisnis yang meningkat, pelaku SIKOLOGI KOPI harus dapat memasarkan produk mereka dengan cara yang lebih menarik agar dikenal luas oleh publik. Namun, masih banyak SIKOLOGI KOPI yang mengandalkan media promosi tradisional seperti brosur, spanduk,dan media cetak lainnya. Metode promosi tersebut dianggap kurang efektif karena informasi yang disampaikan masih terbatas dan tidak cukup menarik perhatian konsumen.(Purwana et al., 2021)

Batasan pada media promosi tradisional membuat konsumen sulit memperoleh gambaran produk yang lebih jelas dan terperinci. Informasi yang disampaikan lewat media cetak biasanya hanya berupa teks serta gambar dua dimensi, sehingga tidak mampu memberikan pengalaman visual yang menarik bagi konsumen. Selain itu, penyampaian informasi produk yang tidak interaktif dapat menurunkan minat publik terhadap produk yang dipromosikan. Oleh karena itu, dibutuhkan media promosi yang lebih inovatif dan interaktif supaya informasi produk dapat disampaikan secara lebih menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat.(Kautsar & Fauzan, 2022)

Sebagai solusi atas masalah tersebut, Augmented Reality (AR) merupakan sa-lah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan. Teknologi ini dapat menambahkan objek virtual dua dimensi ke dalam dunia nyata lewat kamera pada ponsel, sehingga konsumen dapat melihat visual produk dengan lebih jelas dan menarik. Pemanfaatan AR dalam promosi juga menawarkan pengalaman yang lebih interaktif dibanding media tradisional karena konsumen dapat langsung berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan. Dengan teknologi ini, penyampaian informasi produk menjadi lebih menarik dan lebih mudah dipahami oleh konsumen(Mustaqim, 2021)

Berdasarkan keadaan tersebut, studi ini memilih fokus pada SIKOLOGI KOPI yang terletak di Jl. Mandor No. 26, Pulo Brayan Darat I, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20236. SIKOLOGI KOPI adalah usaha yang beroperasi dalam sektor kedai kopi dengan menawarkan berbagai pilihan menu minuman kopi, minuman tanpa kopi, serta makanan. Dalam strategi pemasarannya, informasi produk masih disampaikan melalui platform media sosial dan daftar menu sehingga pelanggan belum mendapatkan gambaran produk yang interaktif. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan teknologi Augmented Reality sebagai sarana promosi untuk menampilkan visualisasi dari 20 produk yang telah ditetapkan sesuai dengan batasan yang ada dalam penelitian.

Mengacu pada masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini akan membuat sebuah aplikasi promosi berbasis Augmented Reality yang menampilkan visual 20 produk SIKOLOGI KOPI di perangkat Android. Aplikasi tersebut memanfaatkan teknik MarkerBased Tracking untuk mengenali penanda dan menampilkan objek virtual secara langsung. Pengembangan aplikasi dilakukan dengan model Waterfall karena menyediakan tahapan yang teratur dan sistematis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut,rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan teknologi Augmated Reality sebagai media promosi dan visualisasi produk SIKOLOGI KOPI berbasis Android?
2. Bagaimana Menerapkan metode MarkerBased Tracking pada aplikasi Augmated Reality untuk menampilkan objek virtual secara realtime?

3. Bagaimana membangun aplikasi media promosi interaktif menggunakan model pengembangan system Waterfall?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar,maka Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan aplikasi Augmated Reality berbasis Android.
2. Metode yang digunakan adalah MarkerBased Tracking untuk menampilkan objek 2D.
3. Objek yang digunakan dalam penelitian dibatasi 20 produk SIKOLOGI KOPI.
4. Apliksi hanya digunakan untuk menampilkan visualisasi dan informasi produk.
5. Pengembangan system menggunakan mode Waterfall

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan teknologi Augmented Reality sebagai media promosi dan visualisasi produk SIKOLOGI berbasis Android.
2. Untuk menerapkan metode MarkerBased Tracking dalam menampilkan objek 2D secara realtime pada aplikasi.
3. Untuk membangun aplikasi media promosi interaktif menggunakan model pengembangan system Waterfall.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai pemanfaatan teknologi realitas tertambah sebagai alat pemasaran dan visualisasi untuk produk SIKOLOGI KOPI pada perangkat Android.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap penggunaan teknik pelacakan berbasis penanda untuk proyeksi langsung objek virtual dalam aplikasi realitas tertambah.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pengembangan aplikasi promosi interaktif berbasis Android yang dirancang untuk membantu para pelaku SIKOLOGI KOPI memamerkan produk mereka kepada konsumen dengan cara yang lebih menarik.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang dapat menampilkan objek digital secara langsung di atas dunia nyata menggunakan perangkat digital seperti ponsel pintar dan kamera. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk melihat objek digital seolah-olah objek tersebut benar-benar ada di dunia nyata, sehingga pada akhirnya menciptakan pengalaman yang lebih interaktif. AR juga telah berkembang menjadi bentuk visualisasi yang banyak digunakan dalam aplikasi seluler karena mampu menyampaikan informasi dengan cara yang lebih menarik dan modern.(Yuen et al., 2022)

Teknologi Augmented Reality kini digunakan di berbagai sektor, seperti pendidikan, hiburan, layanan kesehatan, dan pemasaran digital. Di bidang pemasaran, AR dianggap lebih efektif karena mampu menarik perhatian pengguna melalui tampilan 2D interaktif. Selain itu, AR membantu menyampaikan informasi produk dengan lebih jelas dibandingkan materi pemasaran konvensional.(Carmigniani et al., 2022)

Penggunaan teknologi augmented reality berbasis Android terus meningkat karena mudah diakses melalui ponsel pintar. Kamera dan sensor pada perangkat Android memungkinkan aplikasi AR beroperasi secara real-time, menampilkan objek virtual berdasarkan penanda yang digunakan. Oleh karena itu, teknologi AR dianggap memiliki potensi besar untuk mendukung pengembangan media promosi interaktif

bagi produk-produk SIKOLOGI KOPI.(Kesim & Ozarslan, 2021).



Gambar 2. 1 Ilustrasi Teknogi Augmated Reality

Sumber: Pixabay,2026

2.1.2 Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang khusus untuk perangkat seluler seperti ponsel pintar dan tablet. Dikembangkan oleh Google, Android telah menjadi salah satu sistem operasi paling populer di dunia berkat sifatnya yang open source, yang memudahkan pengembang untuk merancang dan menyempurnakan aplikasi sesuai kebutuhan mereka. Selain itu, Android menawarkan beragam fitur multimedia, akses internet, kamera, sensor, dan teknologi grafis yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan aplikasi interaktif.

Seiring perkembangannya, Android sering dipilih sebagai platform pengembangan aplikasi karena antarmukanya yang ramah pengguna dan dukungannya terhadap berbagai teknologi, termasuk Augmented Reality. Dengan dukungan ini, aplikasi AR dapat dijalankan melalui kamera smartphone untuk

menampilkan objek virtual secara real time. Dalam penelitian ini, Android digunakan sebagai platform utama untuk mengembangkan aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality sehingga pengguna dapat mengakses informasi produk secara praktis dan mudah melalui smartphone mereka.(Nazruddin Safaat H, 2023)



Gambar 2. 2 Logo Android

Sumber: Pixabay,2026

2.1.3 Marker-Based Tracking

Pelacakan Berbasis Penanda adalah teknik dalam Augmented Reality yang mengidentifikasi penanda tertentu sehingga objek virtual dapat muncul langsung di layar perangkat. Penanda biasanya berupa gambar dua dimensi dengan pola tertentu yang dapat dikenali oleh kamera ponsel cerdas. Saat penanda terdeteksi, sistem menampilkan objek virtual seperti model 2D, animasi, atau informasi digital lainnya yang terkait dengan penanda tersebut.

Pelacakan Berbasis Penanda sering dipilih dalam pengembangan aplikasi Augmented Reality karena pendeteksiannya cukup stabil dan mudah diterapkan. Selain itu, teknik ini membantu sistem menentukan posisi dan orientasi objek virtual sehingga selaras dengan penanda yang terdeteksi oleh kamera. Dalam penelitian ini, Pelacakan Berbasis Penanda diterapkan untuk menampilkan visualisasi 2D produk UKM dalam aplikasi Augmented Reality berbasis Android, yang memungkinkan pengguna melihat produk dengan cara yang lebih interaktif dan menarik.(Kautsar & Fauzan, 2022)



Gambar 2. 3 Ilustrasi Marker-Based Tracking

2.1.4 Unity

Unity adalah platform pengembangan aplikasi yang banyak digunakan untuk membuat game dan aplikasi interaktif dalam format dua dimensi maupun dua dimensi. Diciptakan oleh Unity Technologies, Unity telah menjadi alat favorit di ka\langan pengembang berkat antarmuka yang intuitif dan kompatibilitasnya dengan berbagai sistem operasi, seperti Android, iOS, Windows, dan platform web. Selain game, Unity juga sering digunakan dalam pembuatan aplikasi Augmented Reality

(AR) dan Virtual Reality (VR) berkat dukungan grafis yang kuat dan alur kerja pengembangan yang lebih cepat.

Platform ini menawarkan berbagai fitur yang membantu pengembang merancang aplikasi interaktif, termasuk manajemen objek 2D, animasi, audio, pencahayaan, dan antarmuka pengguna. Unity juga mendukung bahasa pemrograman C#, sehingga memudahkan penulisan logika dan implementasi interaksi dalam aplikasi. Dalam konteks pengembangan AR, Unity dapat diintegrasikan dengan Software Development Kits (SDK) seperti Vuforia untuk mendeteksi penanda dan menampilkan objek virtual secara real-time melalui kamera smartphone.

Dalam studi ini, Unity dipilih sebagai alat utama untuk merancang aplikasi media promosi berbasis AR. Platform ini digunakan untuk mengonfigurasi tata letak UI, memvisualisasikan model 2D produk UKM, dan mengintegrasikan berbagai komponen untuk memastikan pengoperasian yang lancar pada perangkat Android. Karena kaya fiturdan ramah pengguna, Unity dianggap mampu meningkatkan efektivitas dan interaktivitas dalam pengembangan.(Unity Technologies, 2024)



Gambar 2. 4 Logo Unity

Sumber : Wikimedia Commons, 2026

2.1.5 Vuforia

Vuforia adalah perangkat pengembangan perangkat lunak (SDK) yang digunakan untuk mempermudah pembuatan aplikasi realitas tertambah (AR) pada perangkat seluler dan komputer. Vuforia sering dipilih untuk pengembangan aplikasi AR karena mampu mengenali dan melacak penanda atau objek tertentu secara langsung melalui kamera perangkat. Selain itu, Vuforia dapat diintegrasikan dengan Unity, sehingga memudahkan pengembang untuk merancang aplikasi AR berbasis Android. Selama proses pengembangan aplikasi AR, Vuforia membantu sistem mengidentifikasi penanda yang tersimpan dalam basis data. Setelah penanda terdeteksi oleh kamera, sistem menampilkan objek virtual seperti model 2D, animasi, atau data digital lainnya yang terkait dengan penanda tersebut. Fitur ini membuat Vuforia banyak digunakan di bidang pendidikan, pemasaran, permainan, dan simulasi interaktif. Dalam penelitian ini, Vuforia digunakan untuk memfasilitasi deteksi penanda dalam aplikasi pemasaran berbasis AR. Dengan bantuan Vuforia, model 2D produk UKM dapat ditampilkan langsung melalui kamera ponsel pintar Android, sehingga pengguna dapat melihat visual produk dengan cara yang lebih interaktif dan menarik.(PTC Inc, 2024)



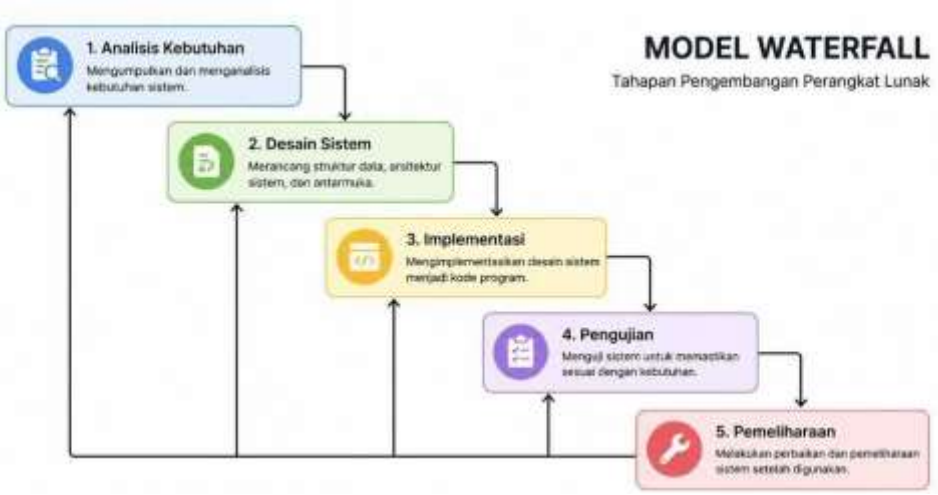
Gambar 2. 5 Logo Vuforia

2.1.6 Waterfall

Model Waterfall adalah pendekatan terstruktur dan bertahap dalam pengembangan perangkat lunak. Dalam metode ini, setiap fase harus diselesaikan sepenuhnya sebelum beralih ke fase berikutnya. Karena alur kerjanya yang jelas, Model Waterfall sering dipilih untuk pengembangan sistem guna menyederhanakan desain dan pengembangan aplikasi. Tahap-tahap utama Model Air Terjun biasanya meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

Selama fase analisis kebutuhan, tim pengembangan mengidentifikasi apa yang dibutuhkan oleh sistem yang akan dibangun. Selanjutnya, fase desain menghasilkan garis besar awal aplikasi sebelum beralih ke tahap implementasi atau pengkodean. Setelah program selesai, pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai harapan pengguna.

Dalam penelitian ini, Model Air Terjun diterapkan sebagai metodologi pengembangan untuk aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Model ini dipilih karena prosesnya yang sistematis dan kesesuaiannya untuk aplikasi dengan alur kerja yang jelas. Dengan menggunakan Model Air Terjun, diharapkan proses pengembangan aplikasi dapat berjalan dengan lebih terfokus dan terstruktur.(Roger S. Pressman, 2022)



Gambar 2. 6 Model Waterfall

2.2 Penelitian Terdahulu

Studi-studi sebelumnya merupakan unsur penting dalam perancangan penelitian karena berfungsi sebagai acuan, titik perbandingan, dan landasan bagi pengembangan proyek-proyek penelitian. Dengan menelaah penelitian yang telah ada, para peneliti dapat memahami metode, teknologi, dan hasil yang telah dicapai di bidang Augmented Reality. Selain itu, studi-studi sebelumnya membantu para peneliti mengidentifikasi perbedaan dan peluang pengembangan dalam penelitian saat ini, sehingga memastikan bahwa hasilnya lebih inovatif dan memiliki tujuan yang jelas.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Augmented Reality sering digunakan sebagai alat promosi interaktif karena mampu menampilkan objek virtual dua dimensi secara real-time dan memberikan pengalaman visual yang lebih menarik bagi pengguna. Teknologi ini juga dianggap dapat meningkatkan daya tarik promosi dibandingkan dengan media konvensional, karena pengguna dapat melihat visualisasi produk dengan lebih jelas dan interaktif melalui ponsel cerdas mereka. Oleh karena itu,

penelitian-penelitian sebelumnya mengenai penerapan Augmented Reality sebagai media promosi menjadi acuan dalam penelitian ini.(Kautsar & Fauzan, 2022)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	PENELITI	JUDUL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
1	Renata Adieb Ramadhan & Isnan Mulia (2024)	Perancangan Augmented Reality Pada Media Promosi Brosur Perumahan Beverly Lake dengan Metode Marker Based Tracking	Penelitian menghasilkan aplikasi AR berbasis Android yang mampu menampilkan objek 2D pada brosur sebaga media promosi interaktif.
2	Mohamad Nurkamal Fauzan & Muhammad Kautsar (2023)	Literatur Review Augmented Reality Sebagai Media Promosi Dengan Metode Marker Based Tracking	Penelitian menunjukkan bahwa teknologi AR mampu meningkatkan daya tarik media promosi karena dapat menampilkan visualisasi produk secara interaktif
3	Biyas Ola Tafakkur dkk. (2023)	Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Pada Lesehan Kalisari Dengan Metode Based Marker Tracker	Penelitian menghasilkan aplikasi media promosi berbasis AR menggunakan Unity dan Vuforia untuk menampilkan objek 2D produk makanan dan minuman

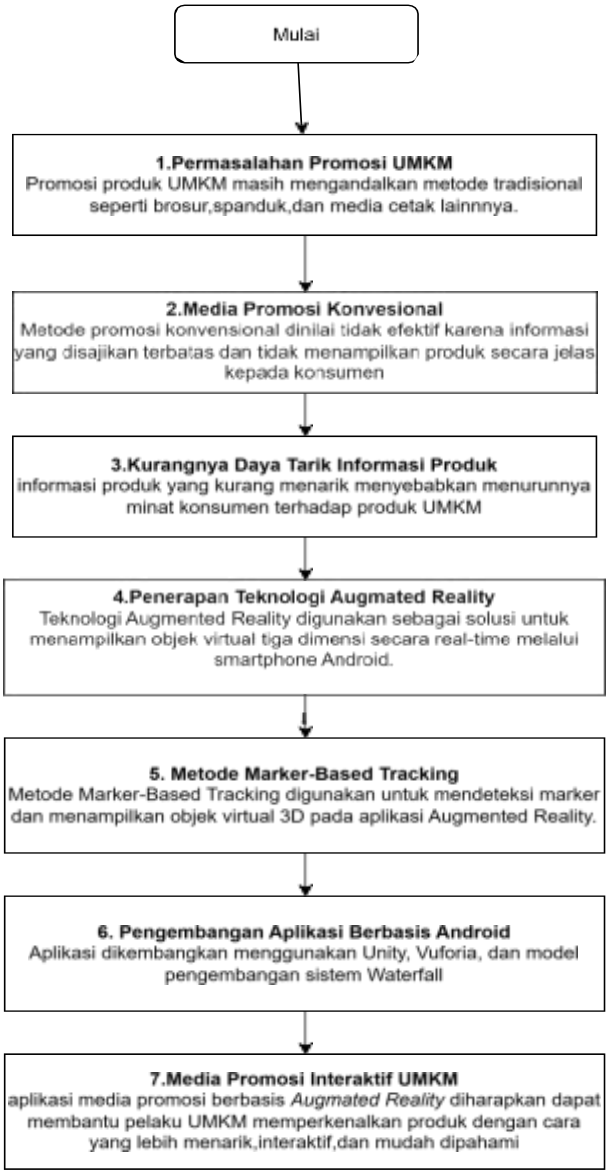
Berdasarkan studi-studi sebelumnya yang telah diuraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa teknologi Augmented Reality sering digunakan sebagai alat promosi interaktif karena mampu menampilkan objek virtual dengan cara yang lebih menarik dan informatif. Sementara itu, penelitian ini berbeda dari studi-studi sebelumnya dalam hal objek penelitiannya, yaitu visualisasi 20 produk SIKOLOGI KOPI pada platform Android dengan menggunakan metode Marker-Based Tracking dan model pengembangan Waterfall.

2.3 Kerangka Berfikir

Kerangka kerja penelitian ini dikembangkan berdasarkan permasalahan yang muncul dari promosi produk SIKOLOGI KOPI yang masih mengandalkan metode tradisional seperti brosur, spanduk, dan media cetak lainnya. Metode promosi tersebut dianggap tidak efektif karena informasi yang disajikan terbatas dan gagal menampilkan produk secara jelas kepada pembeli. Selain itu, metode promosi yang kurang menarik juga menyebabkan menurunnya minat konsumen terhadap produk tersebut.

Seiring kemajuan teknologi digital, Augmented Reality (AR) muncul sebagai teknologi yang dapat berfungsi sebagai media promosi yang lebih interaktif. Teknologi ini memungkinkan objek 2D ditampilkan langsung di dunia nyata menggunakan kamera smartphone. Melalui tampilan objek 2D, konsumen dapat melihat produk secara lebih menarik dan detail dibandingkan dengan promosi konvensional. Dalam penelitian ini, metode Marker-Based Tracking digunakan untuk membantu mendeteksi penanda (marker) dan menampilkan objek virtual dalam aplikasi Android.

Dalam proses pengembangannya, penelitian ini mengikuti model Waterfall, yang dilaksanakan secara bertahap mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian aplikasi. Diharapkan aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality ini dapat membantu pelaku SIKOLOGI KOPI memperkenalkan produk mereka kepada konsumen dengan cara yang lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami.



Gambar 2. 7 Kerangka Berfikir

Berdasarkan kerangka konseptual pada Gambar 2.7, penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi tantangan yang dihadapi SIKOLOGI KOPI dalam mempromosikan produk mereka, karena mereka masih mengandalkan metode tradisional seperti brosur, spanduk, dan media cetak lainnya. Pendekatan-pendekatan ini dianggap tidak efektif karena informasi yang disampaikan kepada konsumen terbatas dan hanya berupa gambar dua dimensi tanpa interaksi langsung. Selain itu, media promosi konvensional juga dianggap tidak mampu menarik perhatian konsumen di era digital yang berkembang pesat. Akibatnya, produk SIKOLOGI KOPI kesulitan mendapatkan pengakuan yang luas, dan minat konsumen terhadap produk yang dipromosikan pun menurun.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan media promosi yang lebih canggih dan interaktif yang mampu menghadirkan pengalaman visual yang lebih menarik bagi konsumen. Salah satu solusi teknologi yang dapat diterapkan adalah Augmented Reality (AR). Teknologi AR dapat menampilkan objek virtual dua dimensi ke dalam lingkungan dunia nyata secara real-time melalui smartphone Android. Dengan memanfaatkan teknologi ini, konsumen dapat melihat visualisasi produk dengan kejelasan, detail, dan interaktivitas yang lebih baik dibandingkan media promosi konvensional.

Dalam penelitian ini, metode pelacakan berbasis penanda digunakan untuk memudahkan pendeteksian penanda dalam aplikasi Augmented Reality. Penanda berfungsi sebagai simbol yang dibaca oleh kamera ponsel cerdas untuk menampilkan objek virtual dua dimensi di layar perangkat. Setelah penanda dikenali oleh sistem, aplikasi secara otomatis menampilkan visualisasi produk UKM secara real-time. Metode pelacakan berbasis penanda dipilih karena proses pendeteksiannya cukup stabil dan mudah diterapkan dalam aplikasi Android.

Aplikasi ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak Unity dan Vuforia untuk mendukung penerapan teknologi Augmented Reality. Unity digunakan untuk merancang antarmuka aplikasi, mengatur objek 2D, dan mengelola mekanisme interaksi di dalam aplikasi. Sementara itu, Vuforia berperan dalam proses deteksi penanda (marker) untuk memastikan objek virtual ditampilkan secara optimal. Dalam praktiknya, penelitian ini menerapkan model Waterfall secara berurutan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi aplikasi, hingga pengujian sistem. Diharapkan dengan menggunakan model Waterfall, proses pengembangan aplikasi akan menjadi lebih terstruktur dan sistematis.

Penelitian ini menghasilkan pengembangan sebuah aplikasi promosi interaktif berbasis Augmented Reality untuk perangkat Android. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pemilik SIKOLOGI KOPI memperkenalkan produk mereka kepada konsumen dengan cara yang lebih modern, menarik, dan mudah dipahami. Penggunaan teknologi Augmented Reality juga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas promosi produk SIKOLOGI KOPI, sehingga memperluas jangkauan pasar produk-produk tersebut di kalangan masyarakat luas.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menghasilkan pengembangan sebuah aplikasi promosi interaktif berbasis Augmented Reality untuk perangkat Android. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pemilik SIKOLOGI KOPI memperkenalkan produk mereka kepada konsumen dengan cara yang lebih modern, menarik, dan mudah dipahami. Penggunaan teknologi Augmented Reality juga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas promosi produk SIKOLOGI KOPI, sehingga memperluas jangkauan pasar produk-produk tersebut di kalangan masyarakat luas.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi media promosi interaktif yang dirancang untuk membantu pemilik SIKOLOGI KOPI memperkenalkan produk mereka kepada masyarakat. Aplikasi ini memanfaatkan teknologi Augmented Reality dengan Marker-Based Tracking untuk menampilkan objek virtual 2D secara langsung melalui kamera pada ponsel pintar Android. Diharapkan teknologi ini akan memberikan pengalaman visual yang lebih menarik dibandingkan dengan media promosi tradisional seperti brosur dan spanduk. Selain itu, aplikasi ini diharapkan dapat memudahkan konsumen untuk melihat visual produk dengan lebih jelas dan interaktif melalui perangkat seluler mereka.

Penelitian ini menggunakan Model Waterfall dalam proses pengembangannya, yang dilakukan secara berurutan, mulai dari analisis persyaratan sistem, perancangan aplikasi, implementasi program, hingga pengujian. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan Unity dan Vuforia untuk mendukung teknologi Augmented Reality pada platform Android. Dengan pendekatan sistematis ini, diharapkan aplikasi tersebut dapat

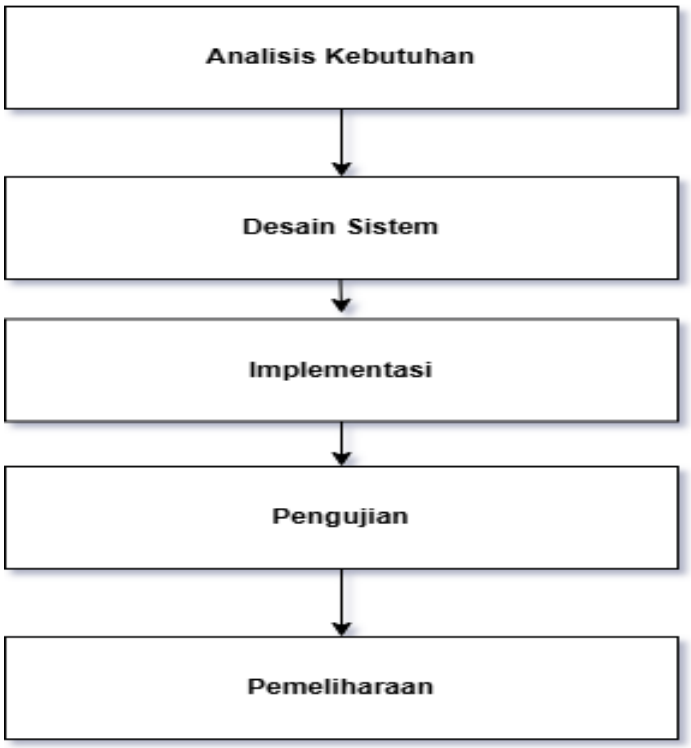
berfungsi secara optimal dan menjadi alat promosi interaktif yang lebih modern, menarik, dan ramah pengguna bagi masyarakat.

3.2 Tahapan Penelitian

Fase penelitian mencakup serangkaian langkah dalam proses pengembangan aplikasi untuk secara sistematis diimplementasikan dan selaras dengan tujuan yang ditetapkan. Dalam studi ini, tahap diadopsi melalui model Air Terjun yang meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan sistem.Setiap tahap dijalankan secara berurutan, memastikan proses pengembangan aplikasi lebih terarah dan terstruktur.

Penelitian ini dimulai dengan analisis kebutuhan sistem yang diperlukan untuk aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Selanjutnya, desain sistem, termasuk desain antarmuka aplikasi, pembuatan penanda, dan pembuatan benda dua dimensi yang memproduksi UKM. Tahap selanjutnya adalah implementasi sistem menggunakan Unity dan Vuforia sebagai pendukung aplikasi Android. Setelah aplikasi selesai, pengujian untuk aplikasi beroperasi sesuai dengan penelitian.

Adapun tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat Pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1 Model Waterfall

3.2.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan adalah tahap awal yang dilakukan untuk proses pengembangan aplikasi.Pada tahap ini dilakukan proses identifikasi terhadap kebutuhan system yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi media promosi berbasis Augmated Reality.Analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan perangkat keras,perangkat lunak,dan kebutuhan pengguna agar aplikasi yang dikembangkan bias berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.Setelah itu,pada tahap ini jugak dilakukan pengumpulan informasi mengenai proses promosi produk SIKOLOGI KOPI yang masih menggunakan media konvensional sehingga diperlukan media promosi yang lebih interaktif dan juga menarik.

Penelitian ini membutuhkan perangkat keras yaitu laptop ataupun computer sebagai media pengembangan aplikasi dan smartphone Android sebagai perangkat untuk menjalankan aplikasi,Vuforia sebagai pendukung,Blender untuk pembuatan objek dua dimensi dan operasi Android sebagai platform utama aplikasi.Selain itu juga,marker digunakan sebagai media pendeteksi objek virtual pada aplikasi Augmated Reality.

Output dari fase analisis kebutuhan ini menjadi landasan bagi perancangan serta pengembangan aplikasi. Karena analisis kebutuhan dilakukan secara terstruktur, diharapkan aplikasi yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan berfungsi optimal sesuai target penelitian.

3.2.2 Desain Sistem

Tahap desain sistem adalah langkah yang dilakukan setelah proses analisis kebutuhan selesai. Pada tahap ini, dilakukan proses membuat aplikasi yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan sistem yang sudah ditentukan sebelumnya. Sistem dirancang agar bisa menunjukkan bentuk aplikasi, bagaimana tampilan antarmuka dan cara kerja sistem sebelum memasuki tahap pengembangan program. Dengan adanya desain sistem, pengembangan aplikasi bisa dilakukan dengan lebih terorganisir dan memudahkan proses penerapan aplikasi tersebut.

Dalam penelitian ini, proses merancang sistem mencakup pembuatan tampilan aplikasi, struktur menu, marker, dan objek dua dimensi dari produk SIKOLOGI KOPI yang akan ditampilkan dalam aplikasi Augmented Reality. Aplikasi dirancang dengan tampilan yang mudah digunakan dan memiliki navigasi yang sederhana, sehingga informasi tentang produk dapat disampaikan dengan lebih jelas dan terstruktur. Selain itu, marker juga dibuat sebagai alat untuk mendeteksi objek virtual yang kemudian

akan diambil oleh kamera ponsel Android untuk menampilkan gambar dua dimensi secara langsung.

Dalam proses pembuatan aplikasi, pengembangan menggunakan Unity sebagai platform untuk merancang sistem, serta Blender sebagai software untuk menghasilkan objek dua dimensi. Sistem dibangun secara bertahap, dimulai dari pembuatan antarmuka aplikasi, pembuatan objek 2D, hingga penyiapan marker pada sistem Augmented Reality. Dengan desain sistem yang matang, diharapkan aplikasi dapat beroperasi sesuai kebutuhan penelitian serta menyajikan media promosi yang lebih menarik dan interaktif bagi pengguna.

3.2.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah langkah di mana hasil perancangan sistem diterjemahkan menjadi aplikasi yang dapat dijalankan. Pada fase ini, aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality dibuat mengikuti desain sistem yang telah ditetapkan. Proses implementasi melibatkan penyatuan semua elemen yang diperlukan, termasuk antarmuka pengguna, marker, objek 2 dimensi, serta fitur pendukung lainnya, sehingga aplikasi berfungsi optimal pada perangkat Android.

Penelitian ini menerapkan Unity sebagai platform utama dalam pembuatan aplikasi dan memanfaatkan Vuforia sebagai teknologi AR pendukung. Unity dipakai untuk mengelola tampilan aplikasi, mengatur menu, serta menggabungkan objek dua dimensi ke dalam sistem. Vuforia berperan dalam mendeteksi marker sehingga objek virtual dapat muncul secara langsung lewat kamera smartphone Android. Selain itu, model dua dimensi produk SIKOLOGI KOPI yang sudah disiapkan juga dimasukkan ke aplikasi supaya muncul ketika sistem mengenali marker.

Hasil implementasi berupa aplikasi promosi interaktif berbasis Android yang dapat menampilkan visualisasi produk SIKOLOGI KOPI dalam format dua dimensi. Aplikasi tersebut selanjutnya dijalankan pada smartphone Android untuk memastikan semua fitur berfungsi sesuai kebutuhan penelitian. Dengan tahap implementasi sistem, desain aplikasi yang telah dibuat dapat direalisasikan menjadi program yang siap untuk diuji.

3.2.4 Pengujian Sistem

Setelah proses implementasi aplikasi selesai maka dilakukan tahap pengujian sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan aplikasi yang dibuat dapat memenuhi fungsi yang direncanakan sebelumnya dengan baik. Selain itu pengujian juga bertujuan untuk memastikan seluruh menu, tampilan dan fitur aplikasi dapat digunakan secara bebas di perangkat Android.

Dalam penelitian ini, semua fungsi aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality diuji, mulai dari membuka aplikasi, menampilkan menu, mendeteksi marker, hingga menampilkan objek dua dimensi produk SIKOLOGI KOPI pada layar smartphone. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui apakah objek virtual dapat muncul dengan baik ketika marker diarahkan ke kamera smartphone, dan untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi dengan benar.

Setelah tahap pengujian, aplikasi yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan hasil yang baik dan dapat digunakan sebagai media promosi interaktif berbasis Android. Hasil pengujian juga menunjukkan apakah ada masalah sistem yang perlu diperbaiki agar aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2.5 Pemeliharaan Sistem

Tahap terakhir dalam model pengembangan Waterfall adalah pemeliharaan sistem. Pada tahap ini, aplikasi yang telah selesai dikembangkan dirawat dan diuji untuk memastikan bahwa semuanya berjalan dengan baik. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan atau gangguan pada aplikasi saat digunakam oleh pengguna. Tahap pemeliharaan sistem juga digunakan untuk menilai aplikasi yang telah dibuat.

Proses pemeliharaan dilakukan dengan memeriksa kembali fitur-fitur aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Pemeriksaan ini mencakup tampilan aplikasi, proses pendeteksian marker, dan tampilan objek dua dimensi yang muncul pada layar smartphone Android. Jika ditemukan kesalahan atau fitur yang tidak berjalan dengan baik, maka fitur-fitur tersebut diperbaiki untuk memastikan aplikasi dapat digunakan dengan lebih baik. Jika kesalahan atau fitur yang tidak berjalan dengan baik ditemukan, perbaikan dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat digunakan dengan baik.

Aplikasi yang telah dikembangkan diharapkan dapat berjalan dengan stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengguna dengan adanya tahap pemeliharaan sistem. Tahap pemeliharaan juga dapat membantu proses pengembangan aplikasi berikutnya apabila fitur baru atau perubahan dilakukan pada sistem yang digunakan.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu observasi,studi pustaka,dan dokumentasi.Observasi dilakukan dengan mengamati proses promosi produk SIKOLOGI KOPI yang masih menggunakan media konvensional.Melalui observasi ini,diperoleh informasi mengenai permasalahan promosi yang dihadapi

sehingga perlu dilakukan media promosi yang menarik bagi konsumen.

Studi Pustaka dilakukan dengan mempelajari berbagai refrensi,jurnal,buku,dan penelitian terdahulu yang tentunya berkaitan dengan penelitian yang sedang kita lakukan yaitu teknologi Augmented Reality,Marker-Based Tracing,Unity,Vuforia,dan pengembangan aplikasi berbasis Android.

Dokumentasi yang dilakukan dengan mengumpulkan data berupa gambar produk SIKOLOGI KOPI,marker,dan hasil pengembangan aplikasi yang digunakan sebagai pendukung penelitian.Dengan metode tersebut,pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui kebutuhan sistem,memperoleh informasi dan mendukung proses pengembangan aplikasi agar sesuai dengan tujuan penelitian.

3.4 Perancangan Sistem

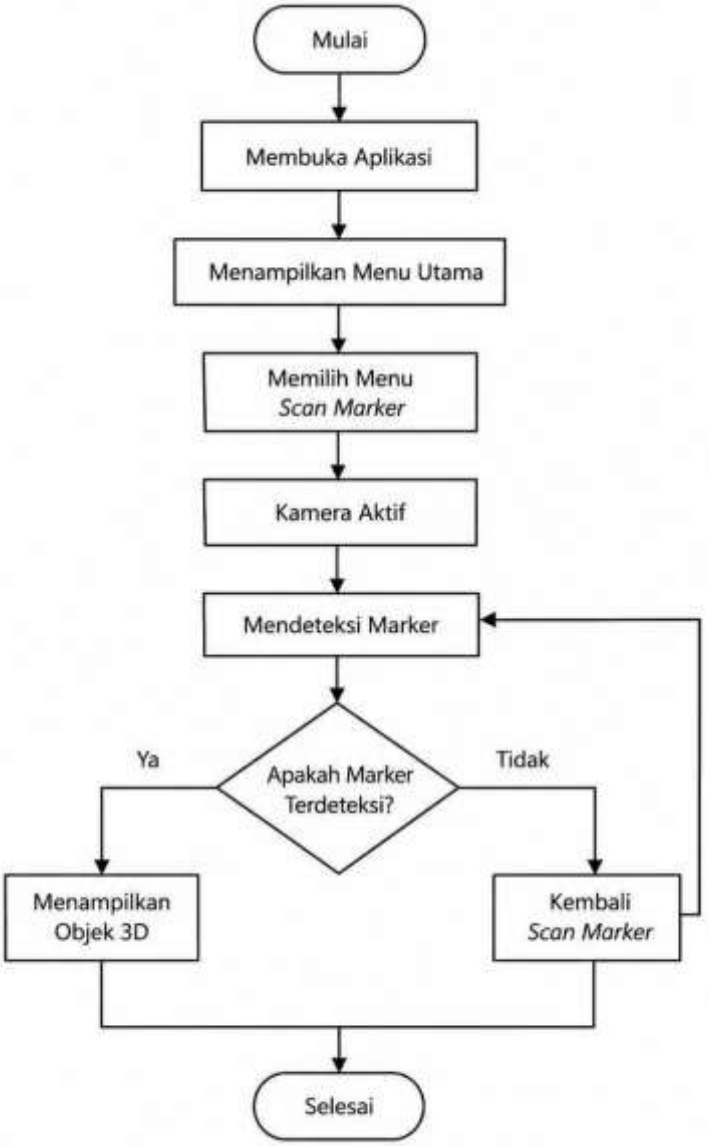
Perancangan sistem adalah langkah yang diambil untuk menunjukkan bagaimana aplikasi yang akan dibuat akan berfungsi. Pada langkah ini, kita merancang alur sistem, cara pengguna berinteraksi dengan aplikasi, dan juga desain penampilan antarmuka aplikasi. Tujuan dari perancangan sistem adalah agar pengembangan aplikasi dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan penelitian dan mempermudah proses penerapan sistem.

Dalam studi ini, perancangan sistem fokus pada aplikasi media promosi yang menggunakan Augmented Reality dengan metode Marker-Based Tracking di perangkat Android. Proses perancangan ini mencakup diagram alir sistem, diagram use case, diagram aktivitas, dan juga desain antarmuka aplikasi. Dengan adanya perancangan sistem, diharapkan aplikasi yang dibuat dapat memiliki alur kerja yang jelas dan mudah diakses oleh pengguna.

3.4.1 Flowchart Sistem

Diagram alir sistem digunakan untuk menggambarkan proses kerja aplikasi yang dibuat dalam penelitian ini.Diagram ini dirancang untuk memfasilitasi pemahaman tentang bagaimana aplikasi media promosi bekerja menggunakan Augmented Reality pada perangkat Android. Dengan diagram aliran sistem, pengguna dapat memahami langkah-langkah membuka aplikasi untuk menunjukkan objek dua dimensi produk UKM menggunakan metode Pelacakan Berbasis Marker.

Dalam aplikasi yang telah dibuat, proses diawali saat pengguna membuka aplikasi di smartphone Android mereka. Kemudian, sistem akan menunjukkan layar utama yang memiliki beberapa pilihan menu. Saat pengguna memilih menu untuk memindai marker, kamera smartphone akan menyala untuk menemukan marker yang sudah terdaftar di dalam sistem. Apabila marker berhasil diidentifikasi, maka objek dua dimensi dari produk SIKOLOGI KOPI akan muncul secara langsung di layar smartphone. Namun, jika marker tidak terdeteksi, sistem akan terus melakukan pemindaian marker sampai marker tersebut berhasil dikenali.



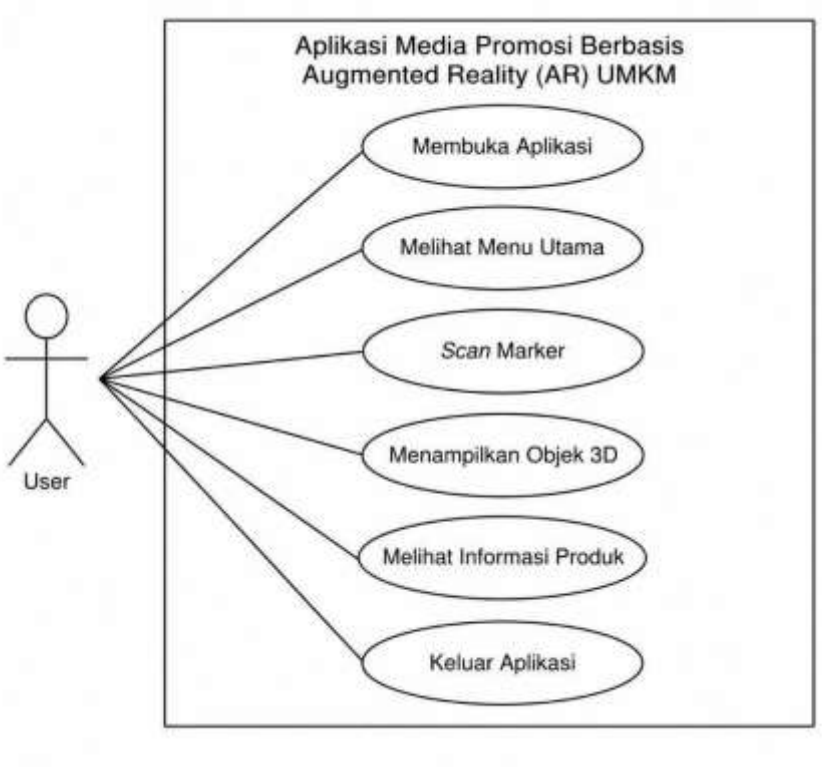
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Berdasarkan diagram aliran sistem terlihat pada Gambar 3.2, penggunaan aplikasi dimulai ketika pengguna membuka aplikasi promosi yang menggunakan teknologi Augmented Reality pada perangkat Android. Setelah aplikasi berhasil dibuka, sistem akan menampilkan menu utama yang memiliki beberapa pilihan yang dapat digunakan pengguna. Kemudian, pengguna akan memilih menu pemindaian penanda untuk

memulai proses deteksi penanda. Setelah menu dipilih, kamera pada smartphone akan aktif dan sistem mulai memindai penanda sudah terdaftar di aplikasi. Penanda ini berfungsi sebagai tanda untuk menampilkan objek virtual dua dimensi produk UMKM di layar smartphone. Jika penanda diakui oleh sistem, aplikasi akan menunjukkan objek dua dimensi langsung sesuai dengan penanda terdeteksi. Namun, jika penanda belum terdeteksi, sistem akan terus memindai sampai penanda dikenali oleh kamera smartphone. Setelah objek ditampilkan, pengguna dapat mengakhiri proses aplikasi dan sistem akan selesai.

3.4.2 Use Case Diagram

Diagram Kasus Pengguna digunakan untuk menunjukkan keterkaitan antara pengguna dan sistem aplikasi yang sedang dibuat. Diagram ini memperlihatkan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan oleh pengguna dalam aplikasi promosi yang menggunakan Augmented Reality di Android. Dengan adanya Diagram Kasus Pengguna, pemahaman tentang cara interaksi antara pengguna dan sistem menjadi lebih jelas, yang membantu dalam pengembangan aplikasi.Dalam penelitian ini, pengguna memiliki kesempatan untuk melakukan berbagai kegiatan di aplikasi seperti membuka aplikasi, melihat tampilan utama, memindai marker, menunjukkan objek dua dimensi produk SIKOLOGI KOPI, membaca informasi tentang produk, dan juga menutup aplikasi. Semua tindakan tersebut dilakukan melalui perangkat Android yang sudah terinstal aplikasi promosi berbasis Augmented Reality.



Gambar 3. 3 Use Case Diagram

Berdasarkan Diagram Kasus Penggunaan yang ada di Gambar 3.3, pengguna berfungsi sebagai aktor utama yang bisa menjalankan semua fitur dalam aplikasi promosi yang berbasis Augmented Reality. Proses dimulai ketika pengguna membuka aplikasi di perangkat Android, lalu sistem akan menunjukkan menu utama aplikasi tersebut.

Selanjutnya, pengguna bisa memilih menu untuk memindai marker agar bisa memulai proses deteksi marker menggunakan kamera ponsel. Setelah marker dikenali oleh sistem, aplikasi akan menampilkan objek dua dimensi dari produk SIKOLOGI KOPI secara langsung di layar perangkat. Selain menampilkan objek dua dimensi, pengguna juga bisa melihat informasi tentang produk yang ada di aplikasi.

Setelah semua proses selesai dilakukan, pengguna bisa keluar dari aplikasi melalui menu yang ada di sistem. Dengan adanya Diagram Kasus Penggunaan ini, interaksi antara pengguna dan aplikasi dapat dipahami dengan lebih baik sesuai dengan fituryang terdapat dalam sistem.

3.4.3 Activity Diagram

Diagram aktivitas digunakan untuk menunjukkan berjalannya aktivitas pengguna dan sistem dalam aplikasi yang sedang dibuat. Diagram ini memberikan rincian tentang bagaimana aplikasi bekerja dari saat pengguna membuka aplikasi ke sistem menunjukkan objek dua dimensi di layar telepon. Dengan Diagram Aktivitas, interaksi antara pengguna dan sistem dapat dipahami dengan lebih baik, sehingga lebih mudah bagi langkah-langkah untuk mengembangkan aplikasi.

Gambar 3. 4 Activity Diagram

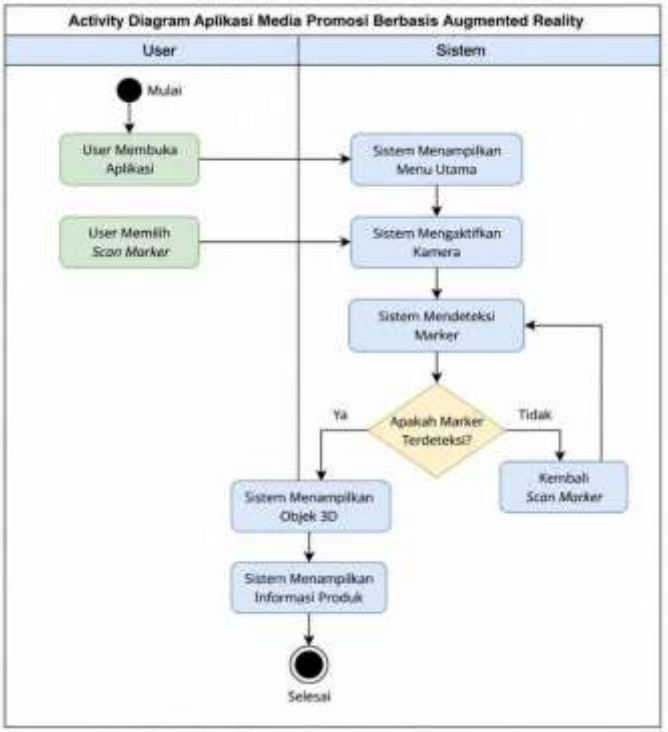


Diagram Berdasarkan Aktivitas yang Ada pada Gambar 3.4, proses dimulai ketika pengguna aplikasi promosi yang menggunakan Augmented Reality pada perangkat Android. Setelah aplikasi membuka berdengung menyukainya, sistem akan menjadi menu utama yang dapat diterima oleh Pengguna untuk menggunakan berbagai fitur. Kemudian, pengguna akan memilih menu untuk menandai pemindaian sehingga mereka dapat memulai deteksi penanda kamera smartphone. Setelah kamera diaktifkan, sistem akan mulai memindai pemindaian yang telah simpanse dalam aplikasi. Jika penanda berhasil diakui, sistem akan menyajikan objek produksi dua dimensi SIKOLOGI KOPI segera di layar smartphone dengan produsen informasi Yang Ada. Namun, jika penanda belum terdeteksi, sistem akan terus memindai sampai penanda dikenali oleh kamera. Setelah fase selesai, pengguna dapat menutup aplikasi, dan sistem akan berhenti bekerja. Dengan Diagram Aktivitas ini, aliran aktivitas antara pengguna dan sistem dalam aplikasi dapat dipahami lebih jelas sesuai dengan proses yang terjadi dalam aplikasi.

3.4.4 Rancangan Tampilan Antarmuka

Rancangan tampilan antarmuka dibuat untuk menunjukkan bagaimana bentuk aplikasi media promosi yang menggunakan Augmented Reality yang akan diciptakan. Tujuan dari perancangan antarmuka adalah agar aplikasi memiliki desain yang simpel, mudah dimengerti, dan menyenangkan saat digunakan oleh pengguna. Di samping itu, desain tampilan juga berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan aplikasi di perangkat Android.

3.4.4.1 Rancangan Tampilan Menu Utama

Tampilan menu utama adalah halaman pertama yang muncul setelah aplikasi dijalankan pada perangkat andoroid.Pada halaman ini terdapat beberapa menu yang dapat digunakan oleh pengguna seperti menu scan marker, petunjuk penggunaan, informasi aplikasi, dan keluar aplikasi.Tampilan menu utama dirancang dengan sederhana agar memudahkan pengguna dalam menjalankan aplikasi.



Gambar 3. 5 Rancangan Tampilan Menu Utama

Berdasarkan rancangan tampilan menu utama pada Gambar 3.5, pengguna dapat melihat beberapa menu utama yang tersedia pada aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Menu tersebut terdiri dari scan marker, petunjuk penggunaan, tentang aplikasi, dan keluar aplikasi. Tampilan dirancang sederhana agar pengguna dapat menjalankan aplikasi dengan mudah dan nyaman melalui perangkat Android.

3.4.4.2 Rancangan Tampilan Scan Marker

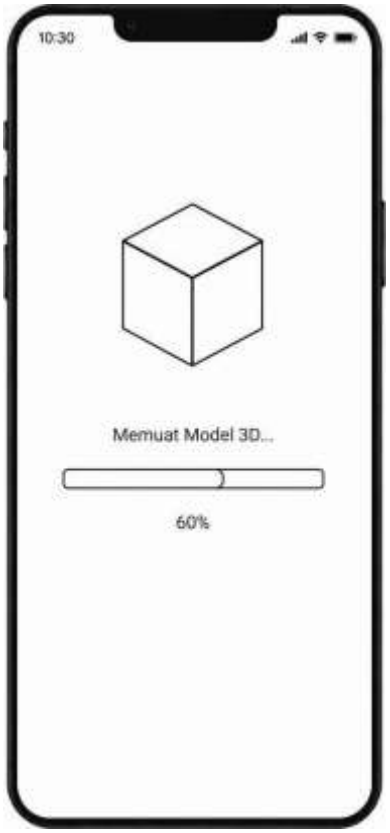
Rancangan tampilan scan marker merupakan halaman yang digunakan untuk melakukan proses pendeteksian marker pada aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Halaman ini berfungsi untuk mengaktifkan kamera smartphone Android agar dapat membaca marker yang telah terdaftar pada sistem. Setelah marker berhasil dikenali, aplikasi akan menampilkan objek dua dimensi produk SIKOLOGI KOPI secara real-time pada layar smartphone.



Gambar 3. 6 Rancangan Tampilan Scan Marker

3.4.4.3 Rancangan Tampilan Memuat Produk 2D

Rancangan halaman memuat model 2D merupakan tampilan yang muncul setelah sistem berhasil mengenali marker. Halaman ini dirancang untuk memberikan informasi kepada pengguna bahwa sistem sedang mempersiapkan objek 2D sebelum ditampilkan pada halaman Augmented Reality.



Gambar 3. 7 Rancangan Tampilan Memuat Produk 2D

Berdasarkan gambar di atas, halaman menampilkan ikon objek 2D, teks “Memuat Model 2D...”, serta indikator proses pemuatan dalam bentuk progress bar dan persentase. Setelah proses pemuatan selesai, sistem akan menampilkan objek 2D produk pada marker yang telah terdeteksi.

3.4.4.4 Rancangan Tampilan Halaman Model 2D Produk

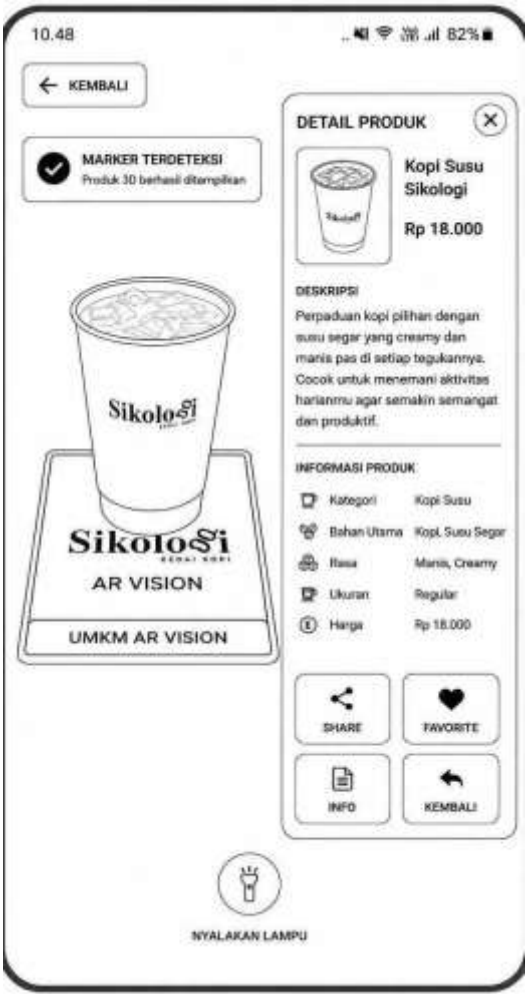
Setelah marker terdeteksi dan objek 2D dimuat, halaman desain model produk berfungsi sebagai tampilan utama AR. Dirancang untuk memungkinkan pengguna melihat dan berinteraksi dengan visualisasi produk.



Gambar 3. 8 Rancangan Tampilan Objek 2D

3.4.4.5 Rancangan Tampilan Halaman Detail Produk

Rancangan halaman Detail Produk merupakan tampilan yang digunakan untuk memberikan informasi lebih lengkap mengenai produk yang sedang ditampilkan. Halaman ini memuat nama produk, harga, deskripsi, informasi produk, serta beberapa fitur interaksi yang dapat digunakan oleh pengguna.



Gambar 3. 9 Rancangan Tampilan Halaman Detail Produk

3.5 Kebutuhan Sistem

3.5.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras adalah bagian penting yang berperan dalam pengembangan aplikasi pemasaran yang berbasis Augmented Reality. Perangkat keras dimanfaatkan untuk membantu dalam perancangan, pembuatan, dan pengujian aplikasi sehingga dapat beroperasi dengan optimal pada perangkat Android. Spesifikasi perangkat keras yang diterapkan dalam studi ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Perangkat Keras

NO	PERANGKAT KERAS	SPESIFIKASI
1	Laptop	Inter Core i5
2	RAM	8 GB
3	Penyimpanan	SSD 256 GB
4	Smarphone Android	Android 11
5	Kamera Smartphone	13 MP

3.5.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dimanfaatkan untuk mendukung tahapan pengembangan aplikasi media promosi yang mengintegrasikan Augmented Reality di platform Android. Software tersebut dipakai mulai dari pembuatan model dua dimensi, desain aplikasi, sampai dengan tahap pengujian aplikasi. Adapun perangkat lunak yang diterapkan dalam studi ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2 Perangkat Lunak

NO	PERANGKAT LUNAK	FUNGSI
1	Unity	Membuat aplikasi AR
2	Vuforia	Marker-Based Tracking
3	Blender	Membuat Objek 2D
4	Android Studio	Build aplikasi
5	Draw.io	Membuat diagram sistem
6	Canva	Desain aplikasi

3.6 Teknik Pengujian Sistem

Teknik pengujian sistem adalah langkah yang dilakukan untuk mengevaluasi apakah aplikasi yang dibuat bisa beroperasi sesuai dengan fungsi dan tujuan penelitian. Proses pengujian sistem dilakukan sesudah aplikasi selesai diimplementasikan. Melalui pengujian ini, peneliti dapat menilai seberapa efektif sistem dalam menjalankan setiap fungsi yang ada dalam aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality. Di samping itu, pengujian juga bertujuan untuk memastikan aplikasi dapat berfungsi dengan baik di perangkat Android dan mampu menampilkan objek dua dimensi secara real-time dengan menggunakan metode Marker-Based Tracking.

Pengujian sistem menjadi salah satu fase krusial dalam proses pengembangan aplikasi karena dapat membantu mengidentifikasi kesalahan atau kekurangan pada sistem sebelum aplikasi digunakan oleh pengguna. Dalam penelitian ini, pengujian mencakup semua fungsi aplikasi seperti menu utama, pemindaian marker, tampilan objek dua dimensi, instruksi penggunaan, dan proses keluar aplikasi. Dengan adanya

pengujian, diharapkan aplikasi yang dihasilkan dapat memberikan kinerja yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna(Mustaqbal et al., 2022)

Metode pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Black Box Testing. Metode ini digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan tanpa memperhatikan kode program yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan mencoba semua fitur aplikasi untuk memastikan sistem beroperasi sesuai dengan desain yang sudah ditetapkan sebelumnya. Dengan adanya pengujian sistem, diharapkan aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality untuk Android dapat digunakan secara efektif serta mampu menawarkan pengalaman interaktif kepada pengguna dalam melihat visualisasi produk SIKOLOGI KOPI.

3.6.1 Black Box Testing

Black Box Testing merupakan metode pengujian yang dilakukan dengan cara menguji fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan. Pengujian dil-akukan untuk memastikan setiap fitur pada aplikasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang telah dirancang sebelumnya. Pada penelitian ini, pengujian dil-akukan terhadap menu-menu utama pada aplikasi media promosi berbasis Augmented Reality berbasis Android.

Tabel 3.3 Pengujian Sistem

No.	Fitur yang Diuji	Tindakan Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Menu Awal	Menjalankan aplikasi	Halaman menu awal dan tombol MULAI SCAN ditampilkan
2	Tombol MULAI SCAN	Menekan tombol MULAI SCAN	Sistem berpindah ke halaman pemindaian marker dan kamera aktif
3	Tombol KEMBALI	Menekan tombol KEMBALI pada halaman AR	Sistem kembali ke halaman menu awal

4	Deteksi Marker	Mengarahkan kamera ke marker utama	Sistem mengenali marker yang terdaftar sebagai Image Target

No.	Fitur yang Diuji	Tindakan Pengujian	Hasil yang Diharapkan
5	Visualisasi Objek 2D	Mengarahkan kamera pada marker yang berhasil dikenali	Objek 2D produk ditampilkan pada posisi marker
6	Tracking Marker	Mengubah posisi/sudut kamera selama marker masih terdeteksi	Objek 2D mempertahankan keterkaitannya dengan marker
7	Rotasi Objek 2D	Menggeser sentuhan pada objek produk	Objek 2D berotasi sesuai interaksi pengguna
8	Tombol BERIKUTNYA	Menekan tombol BERIKUTNYA	Sistem menampilkan produk berikutnya beserta informasinya
9	Tombol SEBELUMNYA	Menekan tombol SEBELUMNYA	Sistem menampilkan produk sebelumnya beserta informasinya
10	Sinkronisasi Informasi	Melakukan pergantian produk	Nama, harga, deskripsi dan indeks berubah sesuai produk aktif
11	Detail Produk	Menekan tombol Detail	Panel informasi detail produk aktif ditampilkan
12	Tutup Detail	Menekan tombol X/Tutup	Panel detail ditutup dan pengguna kembali ke tampilan AR
13	Favorite	Menekan tombol Favorite	Produk aktif ditandai sebagai Favorite dan sistem memberikan umpan balik
14	Share	Menekan tombol Share	Sistem menampilkan layanan berbagi Android untuk produk aktif
15	Navigasi 20 Produk	Melakukan navigasi dari produk pertama sampai produk terakhir	Sistem dapat menampilkan produk dari indeks 1/20 hingga 20/20

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Berdasarkan langkah-langkah dalam perancangan dan pengembangan sistem yang telah diuraikan dalam Bab III, penelitian ini menciptakan sebuah aplikasi Augmented Reality (AR) untuk platform Android yang berfungsi sebagai alat promosi dan pemvisualisasian produk dari SIKOLOGI KOPI. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan Unity sebagai mesin permainan dan Vuforia Engine sebagai alat bantu dalam penerapan metode Pelacakan Berbasis Marker. Aplikasi ini dirancang sedemikian rupa sehingga pengguna dapat mengakses informasi produk melalui visualisasi objek dua dimensi yang ditampilkan dalam lingkungan nyata dengan memanfaatkan kamera pada perangkat Android.

Penerapan sistem memanfaatkan sebuah marker sebagai sarana pemicu untuk menampilkan katalog produk. Ketika kamera perangkat diarahkan pada marker yang telah terdaftar sebagai Target Gambar di Vuforia, sistem akan melakukan proses deteksi dan pelacakan marker. Jika marker dikenali dengan baik, aplikasi akan menampilkan objek dua dimensi dari produk pada lokasi marker, sehingga pengguna dapat melihat visualisasi produk melalui layar perangkat. Konsep ini diterapkan agar penyampaian informasi produk tidak hanya terbatas pada gambar dua dimensi, tetapi juga mampu memberikan visualisasi produk yang lebih interaktif.Objek yang ditampilkan dalam aplikasi memiliki fitur untuk berputar 360 derajat, memungkinkan pengguna untuk menggeser objek dengan menyentuh layar guna melihat produk dari berbagai sudut.

Selain menampilkan objek secara dua dimensi,aplikasi ini juga mempersembahkan informasi pendukung seperti nama produk, harga, deskripsi, detail produk, serta penunjuk lokasi produk dalam katalog. Dengan cara ini, pengguna bisa mendapatkan berbagai informasi mengenai produk serta berinteraksi dengan visualisasi produk yang ada.

Aplikasi ini mengusung konsep katalog yang mencakup 20 produk dari SIKOLOGI KOPI dengan menggunakan satu marker utama. Pengguna dapat berpindah antara produk dengan mudah melalui tombol Sebelumnya dan Berikutnya tanpa perlu memindai marker yang berbeda. Di samping itu, antarmuka aplikasi juga menyediakan beberapa fitur tambahan seperti Detail, Info, Favorit, dan Bagikan, yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengakses serta membagikan informasi mengenai produk.Hasil dari pelaksanaan aplikasi ini disajikan melalui tampilan antarmuka dan fungsi utama sistem, yang meliputi halaman menu awal, proses pemindaian marker, visualisasi objek dua dimensi, penyajian informasi produk, interaksi rotasi objek, sampai dengan perpindahan antara produk. Penjelasan mengenai masing-masing hasil implementasi antarmuka akan dibahas dalam subbab berikutnya.

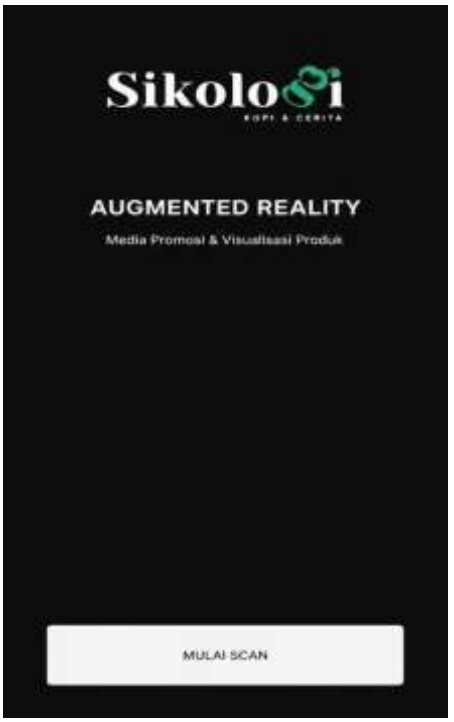
4.2 Implementasi Antarmuka Aplikasi

Pelaksanaan antarmuka aplikasi adalah hasil dari penerapan desain antarmuka yang sudah dibuat pada fase perancangan sistem. Antarmuka ini diciptakan untuk mempermudah pengguna dalam mengakses fungsi utama dari aplikasi, mulai dari memulai proses pemindaian marker, melihat produk dalam bentuk visual dua dimensi, mendapatkan informasi mengenai produk, hingga berinteraksi dengan fitur-fitur yang

ada. Desain tampilan aplikasi dibuat dengan mempertimbangkan kemudahan navigasi agar pengguna dapat menggunakan fungsi aplikasi dengan lancar melalui perangkat Android.

4.2.1 Halaman Menu Awal

Halaman awal menu adalah tampilan pertama yang muncul saat pengguna membuka aplikasi. Halaman ini berperan sebagai langkah awal sebelum pengguna memulai proses pemindaian marker. Di halaman ini, terdapat informasi mengenai Sikologi, penjelasan tentang penerapan teknologi Augmented Reality sebagai sarana promosi dan visualisasi produk, serta tombol MULAI SCAN yang berfungsi sebagai pengarah menuju halaman pemindaian marker.



Gambar 4. 1 Halaman Menu Awal

Pada Gambar 4.1, pengguna dapat menekan tombol MULAI SCAN untuk berpindah dari halaman menu awal menuju halaman pemindaian marker. Implementasi navigasi tersebut bertujuan untuk memberikan alur penggunaan yang sederhana, yaitu pengguna terlebih dahulu memasuki aplikasi melalui menu utama sebelum mengaktifkan fitur Augmented Reality. Setelah tombol MULAI SCAN dipilih, aplikasi akan membuka halaman pemindaian dan mengaktifkan kamera perangkat untuk melakukan proses pendeteksian marker.

4.2.2 Halaman Pemindaian Marker

Halaman pemindaian marker adalah antarmuka yang muncul setelah pengguna mengklik tombol MULAI SCAN di menu utama. Di halaman ini, aplikasi mengaktifkan kamera pada perangkat Android yang digunakan untuk mengambil gambar objek di dunia nyata sekaligus melakukan deteksi marker. Proses pemindaian dilakukan dengan mengarahkan kamera perangkat kepada marker yang telah ditentukan dalam sistem.

Pada halaman pemindaian terdapat area yang berfungsi sebagai panduan bagi pengguna dalam mengarahkan kamera ke marker. Selain itu, terdapat tombol KEMBALI yang memungkinkan pengguna untuk kembali ke halaman menu awal. Antarmuka pemindaian dirancang dengan simpel agar fokus pengguna tetap pada proses pendeteksian marker melalui kamera perangkat. Tampilan dari halaman pemindaian marker dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Halaman Pemindaian Marker

Berdasarkan Gambar 4.2, pengguna mengarahkan kamera perangkat mereka ke arah marker sampai marker tersebut berada dalam zona pemindaian. Kamera akan memperoleh gambar marker yang kemudian diproses oleh Vuforia Engine untuk menentukan kecocokan gambar itu dengan Image Target yang telah terdaftar dalam sistem. Ketika marker belum dikenali, aplikasi tetap dalam keadaan pemindaian dan tidak memperlihatkan visualisasi objek produk.

Setelah marker dikenali dengan sukses, aplikasi akan melanjutkan langkah dengan memproyeksikan objek dua dimensi produk ke dalam lingkungan nyata melalui kamera perangkat. Dengan ini, halaman pemindaian marker berfungsi sebagai jembatan antara

proses navigasi dari menu utama dan proses visualisasi produk yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality. Penjelasan mengenai hasil ketika marker dikenali dan objek dua dimensi ditampilkan akan disampaikan pada subbab berikut.

4.2.3 Hasil Deteksi Marker dan Visualisasi Objec 2D

Setelah pengguna mengarahkan lensa perangkat mereka ke marker yang telah terdaftar dalam sistem, aplikasi akan memulai proses identifikasi dengan menggunakan metode Pelacakan Berbasis Marker. Marker yang berhasil terdeteksi akan dijadikan referensi untuk menentukan posisi dan orientasi objek virtual dalam lingkungan nyata. Ketika proses deteksi berhasil, aplikasi akan menampilkan objek dua dimensi dari produk pada area marker melalui kamera perangkat Android. Pada tahap awal penerapan, produk yang ditampilkan adalah Kopi Susu Sikologi sebagai produk pertama dari daftar yang ada. Objek produk divisualisasikan dalam bentuk dua dimensi dan ditempatkan di lokasi marker sehingga objek virtual tampak terintegrasi dengan lingkungan nyata yang ditangkap oleh kamera.



Gambar 4. 3 Hasil Deteksi Marker

Berdasarkan gambar 4.3,setelah marker berhasil dikenali,objek menu dua dimensi Kopi Susu Sikologi ditampilkan diatas marker.Sistem tetap mempertahankan posisi objek berdasarkan marker yang terdeteksi sehingga perubahan posisi atau sudut pandang kamera terhadap marker mempengaruhi tampilan objek virtual pada layar.

4.2.4 Tampilan Informasi Produk

Panel informasi menyajikan sejumlah data penting mengenai produk, seperti nama produk, harga, ringkasan deskripsi, dan urutan produk dalam daftar. Untuk produk pertama, aplikasi menunjukkan Kopi Susu Sikologi dengan harga Rp18. 000 serta ringkasan singkat tentang produk tersebut. Indikator 1/20 menandakan bahwa produk

yang sedang ditampilkan adalah produk pertama dari 20 produk yang ada dalam daftar aplikasi.



Gambar 4. 4 Tampilan Informasi Produk

Berdasarkan Gambar 4.4, detil produk ditampilkan bersamaan dengan objek dua dimensi yang terdapat pada penanda. Penataan ini memungkinkan pengguna untuk melihat visual produk dalam lingkungan nyata sekaligus memperoleh keterangan tentang produk yang sedang ditunjukkan. Antarmuka juga menyajikan tombol SEBELUMNYA dan BERIKUTNYA yang berfungsi untuk melakukan navigasi antarproduk dalam katalog.

Selain itu, terdapat beberapa menu tambahan seperti Detail, Info, Share, dan Favorite. Menu Detail berfungsi untuk menyajikan informasi produk dengan lebih rinci, sementara menu Info menawarkan informasi tambahan yang berhubungan dengan produk. Menu Favorite digunakan untuk menandai produk yang diinginkan oleh pengguna, sedangkan menu Share bermanfaat untuk membagikan informasi produk melalui layanan berbagi yang terdapat pada perangkat Android.

4.2.5 Implementasi Interaksi Rotasi Objek 2D

Selain menampilkan produk dalam format dua dimensi, aplikasi ini menawarkan fitur yang memungkinkan pengguna berinteraksi untuk melihat produk dari berbagai sudut. Interaksi ini dilakukan dengan fitur rotasi objek 2D, sehingga produk yang muncul setelah marker terdeteksi dapat dilihat dengan cara yang dinamis dan tidak hanya statis.Pengguna dapat berinteraksi dengan cara menggeser sentuhan pada bagian objek yang muncul di layar perangkat. Gerakan ini berfungsi untuk mengubah posisi objek dua dimensi, memungkinkan pengguna untuk mengamati bagian produk dari sudut yang berbeda.



Gambar 4. 5 Tampilan interaksi rotasi objek dua dimensi

Pemutaran objek dihadirkan untuk menawarkan bentuk interaksi yang lebih adaptif dalam visualisasi barang. Pengguna tidak hanya bisa melihat produk dari sudut tertentu, tetapi juga dapat mengamati bentuk objek secara keseluruhan melalui pergerakan objek dalam dua dimensi. Fitur ini meningkatkan kemampuan aplikasi sebagai sarana untuk visualisasi produk dengan menggunakan teknologi Realitas Tertambah.

4.2.6 Tampilan Detail Produk

Detail panel produk dirancang untuk memberikan informasi yang lebih komprehensif daripada panel informasi utama. Informasi yang ditampilkan mencakup nama produk, harga, deskripsi, serta informasi tambahan terkait produk tersebut. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat menerima informasi yang lebih mendalam mengenai produk yang sedang ditampilkan melalui aplikasi. Tampilan detail dari produk dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Tampilan Detail Produk

Berdasarkan Gambar 4.6, panel rincian diperlihatkan sebagai lapisan tambahan di atas halaman Augmented Reality, sementara tampilan kamera dan objek produk tetap berada di halaman yang sama. Penggunaan panel ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi lebih tanpa perlu melakukan pemindaian pada marker lagi. Setelah selesai melihat informasi, pengguna dapat menutup panel rincian dan kembali berinteraksi dengan objek dua dimensi yang sedang ditampilkan.

Tujuan dari penerapan fitur rincian produk adalah untuk memisahkan informasi inti dari informasi yang lebih menyeluruh, agar antarmuka utama tidak dipenuhi oleh teks yang berlebihan. Informasi singkat akan tetap ditampilkan pada panel utama, sedangkan informasi yang lebih mendalam dapat diakses sesuai kebutuhan melalui tombol Detail. Dengan cara ini, visualisasi objek dua dimensi tetap menjadi fokus utama di halaman Augmented Reality, sedangkan informasi produk dapat diakses dengan cara yang terstruktur.

4.2.7 Implementasi Pergantian Produk

Aplikasi Augmented Reality yang dibuat tidak hanya menunjukkan satu item, tetapi dirancang untuk mempresentasikan katalog dengan 20 produk SIKOLOGI KOPI menggunakan satu marker utama. Agar pengguna lebih mudah mengamati setiap produk, aplikasi ini menyediakan tombol SEBELUMNYA dan BERIKUTNYA yang berfungsi untuk beralih antara produk tanpa perlu melakukan pemindaian marker yang berbeda.



Gambar 4. 7 Tampilan Pergantian Produk

Berdasarkan Gambar 4.7, setelah pengguna beralih dari produk pertama menuju produk selanjutnya, aplikasi menampilkan objek dua dimensi Coklat Sikologi sebagai pilihan kedua. Indikator katalog juga beralih dari 1/20 menjadi 2/20, yang menunjukkan tempat produk yang diperlihatkan dalam daftar total 20 produk yang ada. Detail di panel produk juga berubah untuk mencocokkan data produk Coklat Sikologi.Sistem pergantian produk dirancang sedemikian rupa agar pengguna dapat menjelajahi seluruh katalog hanya dengan satu penanda yang sama. Dengan cara ini, pengguna tidak perlu menyiapkan atau memindai 20 penanda berbeda untuk melihat semua produk. Penanda berfungsi sebagai alat visual dalam Augmented Reality, sementara pemilihan produk dikendalikan melalui navigasi yang ada pada antarmuka aplikasi.

Implementasi tersebut juga membuat pengelolaan katalog menjadi lebih teratur karena objek dua dimensi dan informasi yang ditampilkan bisa disesuaikan sesuai dengan indeks produk yang aktif saat itu. Saat indeks produk mengalami perubahan, sistem menunjukkan objek dan informasi yang relevan dengan produk tersebut. Prinsip yang sama diterapkan hingga pengguna dapat mencapai produk terakhir pada urutan 2/20.

4.2.8 Implementasi Fitur Favorite

Saat tombol Favorit ditekan, sistem memberikan reaksi di antarmuka berupa perubahan status ikon dan pemberitahuan "Produk berhasil ditambahkan ke favorit". Reaksi tersebut dimanfaatkan untuk memberi tahu pengguna bahwa produk yang sedang dilihat telah berhasil disimpan.



Gambar 4. 8 Tampilan Fitur Favorite

Penerapan fitur Favorit juga disesuaikan dengan cara katalog produk. Status favorit diberikan berdasarkan produk yang saat ini aktif sehingga setiap produk bisa memiliki status Favorit yang bervariasi. Saat pengguna beralih menggunakan tombol SEBELUMNYA atau BERIKUTNYA, informasi dan status yang ditampilkan akan menyesuaikan dengan produk yang dipilih.

4.2.9 Implementasi Fitur Share

Fitur Share adalah fungsi tambahan yang dirancang untuk mempermudah pengguna dalam menyebarkan informasi mengenai produk kepada pengguna lain melalui aplikasi yang ada di perangkat Android. Pengguna dapat mengakses fitur ini dengan menekan tombol Share yang berada di halaman visualisasi Augmented Reality saat produk sedang ditampilkan.



Gambar 4. 9 Tampilan Fitur Share

Hasil Gambar 4.9, menunjukkan produk yang sedang ditampilkan adalah Taro Sikologi, yang dijual seharga Rp18.000 dan berada di urutan 20/20 di katalog. Pengguna dapat membagikan informasi produk tanpa keluar dari aplikasi setelah memilih tombol Share di sistem. Ini memungkinkan mereka memilih aplikasi tujuan yang tersedia pada perangkat Android.

4.3 Impelementasi Marker Based-Tracking

Marker-Based Tracking adalah komponen penting dari penerapan teknologi Augmented Reality pada aplikasi yang telah dikembangkan. Metode ini menggunakan marker sebagai target visual yang dideteksi oleh kamera perangkat Android. Marker yang telah ditentukan sebelumnya digunakan oleh sistem untuk menampilkan objek virtual berupa model dua dimensi produk dalam lingkungan nyata.

Dalam penelitian ini, Vuforia Engine yang diintegrasikan dengan Unity digunakan untuk mengimplementasikan Tracking Berbasis Marker. Karena marker didaftarkan sebagai Target Foto, Vuforia dapat mengidentifikasi karakteristik visual marker ketika kamera perangkat menangkap gambar. Setelah marker dikenali, sistem mengumpulkan informasi tentang posisi dan orientasi marker. Informasi ini digunakan sebagai referensi untuk menampilkan objek dua dimensi.

Aplikasi yang dikembangkan menggunakan satu marker utama untuk mengakses katalog dua puluh produk. Marker berfungsi sebagai target pelacakan dan acuan untuk penempatan objek Augmented Reality, sedangkan tombol "SEBELUMNYA" dan "BERIKUTNYA" memungkinkan pengguna untuk memilih produk melalui sistem navigasi katalog. Mekanisme ini memungkinkan pengguna melihat berbagai produk tanpa harus menggunakan marker unik untuk setiap produk.

4.3.1 Impelementasi Marker sebagai Image Targer

Marker yang digunakan dalam aplikasi dirancang sebagai target visual yang dapat diidentifikasi oleh sistem melalui kamera perangkat. Kemudian, target gambar digunakan oleh Vuforia Engine sebagai referensi visual, yang berfungsi sebagai dasar pendeteksian dan pelacakan marker selama aplikasi Augmented Reality.

Identitas visual Sikologi digunakan untuk marker utama, yang disesuaikan dengan objek SIKOLOGI KOPI yang digunakan dalam penelitian. Marker memiliki fitur visual, termasuk kombinasi logo, tulisan, bentuk, dan perbedaan warna yang digunakan dalam citra target. Marker yang digunakan saat mengimplementasikan aplikasi ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Maker Utama

Marker digunakan sebagai target pemindaian pada seluruh katalog produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10. Vuforia Engine mengidentifikasi target gambar yang terdaftar ketika kamera diarahkan pada marker tersebut. Setelah marker dikenali, sistem mengaktifkan visualisasi objek dua dimensi. Setelah dikenali, objek ditempatkan berdasarkan posisi dan orientasi marker.Selain itu, tujuan penggunaan satu marker utama adalah untuk membuat aplikasi lebih mudah digunakan. Pengguna hanya perlu memindai satu marker untuk mengakses visualisasi katalog, sedangkan antarmuka aplikasi melakukan pergantian objek produk. Dengan demikian, fungsi utama marker adalah sebagai acuan untuk mengikuti dan menempatkan objek virtual, sementara sistem katalog yang ada di aplikasi mengelola 20 produk.

4.3.2 Proses Deteksi dan Tracking Marker

Proses deteksi dan tracking marker dimulai ketika pengguna mengarahkan kamera perangkat Android ke marker utama yang telah didaftarkan sebagai Image Target pada Vuforia Engine. Kamera perangkat Android menangkap gambar lingkungan real-time, dan Vuforia Engine mengidentifikasi karakteristik visual marker yang terdapat pada gambar, yang memungkinkan sistem untuk menentukan apakah marker di depan kamera sesuai dengan Image Target atau tidak.

Ketika marker tidak terdeteksi, aplikasi tetap dalam kondisi pemindaian dan tidak menampilkan objek dua dimensi. Pengguna harus mengarahkan kamera hingga marker dapat diamati di area pemindaian. Setelah karakteristik visual marker diidentifikasi dengan benar, sistem mengumpulkan informasi pengejaran. Informasi ini digunakan sebagai referensi untuk menentukan posisi dan orientasi objek virtual terhadap marker. Setelah proses deteksi berhasil, aplikasi mengaktifkan objek produk dua dimensi yang sesuai dengan indeks katalog yang sedang digunakan. Pada kondisi awal, produk

pertama, Kopi Susu Sikologi, ditampilkan oleh sistem sebagai objek dua dimensi di atas marker. Selanjutnya, objek virtual ditampilkan melalui kamera perangkat sehingga pengguna dapat melihatnya dengan cara yang sama seperti mereka berada dalam lingkungan nyata.

Selama marker masih dapat dilacak oleh kamera, posisi dan orientasi objek dua dimensi akan diubah sesuai dengan perubahan posisi marker terhadap kamera. Ketika perangkat digerakkan atau sudut pandang kamera terhadap marker berubah, sistem memperbarui transformasi objek virtual sehingga visualisasi produk tetap terkait dengan posisi marker.

Karena marker berfungsi sebagai pemicu munculnya objek dan berfungsi sebagai referensi dalam proses pelacakan objek virtual, mekanisme ini sangat penting untuk penggunaan Tracking Berbasis Marker.

Secara umum, alur kerja proses deteksi dan pelacak aplikasi dapat digambarkan sebagai berikut:

> "Kamera perangkat → Pemindaian marker → Pengenalan Image Target → Marker terdeteksi → Tracking posisi dan orientasi marker → Objek 2D diaktifkan → Objek 2D ditampilkan berdasarkan posisi marker."

Hasil dari proses ini, setelah marker berhasil dikenali, memungkinkan penampilan visualisasi produk secara real-time. Selanjutnya, posisi objek dua dimensi terhadap marker diatur agar objek dapat ditampilkan secara proporsional dan tetap menjadi komponen utama dari visualisasi Augmented Reality.

4.3.3 Penempatan Objek 2D terhadap Marker

Setelah marker ditemukan dan proses tracking selesai, langkah selanjutnya adalah menampilkan objek dua dimensi produk berdasarkan posisi marker. Ini ditempatkan sebagai bagian dari target gambar selama penggunaan aplikasi, sehingga posisi, rotasi, dan skala objek dapat disesuaikan dengan marker, yang digunakan sebagai referensi untuk visualisasi AR.Ketika marker dikenali oleh kamera, objek dua dimensi produk akan muncul di atas marker. Karena setiap model dua dimensi dapat memiliki ukuran awal yang berbeda ketika dimasukkan ke dalam Unity, pengaturan transformasi dilakukan dengan menyesuaikan nilai posisi, rotasi, dan skala objek sehingga ukuran dan posisi model terlihat proporsional terhadap marker.

Unity memiliki struktur objek yang disusun secara hierarki, sehingga setiap komponen produk dapat dikendalikan sebagai satu kesatuan. Dengan menggunakan struktur ini, keseluruhan bagian model dapat diubah secara bersamaan dengan mengubah posisi, skala, dan rotasi pada objek parent. Selain itu, hal ini mendukung pengoperasian fitur rotasi 360 derajat, yang memungkinkan seluruh komponen produk bergerak sebagai satu objek.Selama marker tetap dalam jangkauan kamera dan dapat dilacak, objek dua dimensi tetap konsisten terhadap posisi dan orientasi marker. Jika sudut pandang kamera berubah terhadap marker, objek virtual akan terlihat berbeda pada layar, seperti yang terjadi dalam dunia nyata.Kemampuan sistem untuk mempertahankan visualisasi objek bergantung pada status tracking Vuforia Engine jika marker tidak dapat dikenali atau kondisi tracking hilang.

Marker yang sama digunakan untuk menampilkan semua produk dalam katalog, selain sebagai acuan penempatan objek. Untuk mengubah produk, pengguna menggunakan objek dua dimensi yang aktif yang didasarkan pada indeks produk yang

mereka pilih. Dengan demikian, satu marker utama dapat digunakan sebagai referensi visual untuk dua puluh produk, sedangkan objek yang ditampilkan dikontrol melalui sistem katalog yang ada di aplikasi.Dengan penempatan objek dua dimensi terhadap marker tersebut, hubungan antara proses pengejaran dan visualisasi produk pada aplikasi diciptakan. Marker berfungsi sebagai acuan posisi objek virtual, sedangkan Unity mengatur objek dua dimensi dan interaksi yang tersedia pada aplikasi.

4.4 Implementasi Katalog 20 Produk

Salah satu komponen sistem yang digunakan untuk mengelola dan menampilkan 20 produk SIKOLOGI KOPI SIKOLOGI KOPI dalam aplikasi Augmented Reality adalah implementasi katalog produk. Tujuan dari katalog ini adalah agar pengguna dapat mengakses seluruh produk melalui satu marker utama, tanpa perlu menggunakan marker yang berbeda untuk setiap produk. Marker berfungsi sebagai acuan dalam proses pengawasan dan penempatan objek virtual, dan pemilihan produk yang akan ditampilkan dikendalikan oleh sistem.Konsep ini diterapkan dengan mengelompokkan objek produk dua dimensi pada area Target Gambar yang digunakan dalam proses Pengawasan Berbasis Marker. Setiap produk memiliki objek dua dimensi serta informasi yang terkait dengan produk tersebut. Sistem menggunakan indeks katalog untuk menentukan produk yang sedang aktif, mulai dari produk pertama hingga ke 20.Tidak ada produk yang dipilih yang ditampilkan, sehingga hanya produk yang sesuai dengan indeks aktif yang ditampilkan pada marker.

Setelah marker terdeteksi dengan sukses, aplikasi menampilkan produk pertama dengan indikator 1/20 pada kondisi awal. Setelah itu, pengguna dapat berpindah ke produk berikutnya dengan menggunakan tombol "BERIKUTNYA" dan "SEBELUMNYA" untuk kembali ke produk sebelumnya. Perubahan indeks tidak

hanya mengubah objek dua dimensi, tetapi juga mengupdate informasi tentang produk.Dengan menggunakan mekanisme katalog ini, fungsi pengawasan berbasis titik dan fungsi pengelolaan produk memiliki peran yang saling berhubungan tetapi berbeda. Sementara Unity mengelola objek dua dimensi, antarmuka, informasi produk, dan proses pergantian produk, Vuforia Engine melakukan deteksi dan tracking terhadap marker. Oleh karena itu, satu hasil pelacak dapat digunakan sebagai referensi visual untuk berbagai produk yang dikelola oleh sistem katalog.

4.4.1 Struktur dan Pengelolaan Data Produk

Dalam katalog, setiap produk memiliki beberapa komponen data yang digunakan untuk membuat tampilan produk di aplikasi. Komponen data ini termasuk nama produk, harga, deskripsi, informasi detail, nomor urut produk, dan status fitur pendukung. Dengan menghubungkan komponen data ini ke indeks katalog, sistem dapat menentukan objek dan informasi apa yang harus ditampilkan ketika pengguna memilih produk dari katalog.Sebagai contoh, sistem menampilkan Kopi Susu Sikologi sebagai produk 1/20 pada indeks pertama, tetapi ketika indeks berubah ke produk kedua, visualisasi sistem berubah menjadi Coklat Sikologi dan indikator katalog berubah menjadi 2/20. Proses yang sama diterapkan hingga produk ke 20, Taro Sikologi, yang memiliki indikator 20/20. Dengan demikian, perubahan indeks menjadi dasar sistem untuk mengidentifikasi produk yang sedang aktif.

Struktur katalog dirancang agar informasi yang ditampilkan selalu sesuai dengan objek dua dimensi yang sedang aktif. Ketika suatu produk dipilih, sistem tidak hanya mengaktifkan model dua dimensinya, tetapi juga memperbarui teks pada panel informasi, seperti nama, harga, deskripsi, dan nomor urut produk. Informasi yang terdapat pada panel Detail juga menyesuaikan produk yang sedang ditampilkan

sehingga pengguna memperoleh informasi yang konsisten antara visualisasi objek dan data produk.Pengelolaan produk dalam satu katalog juga memberikan kemudahan pada proses pengembangan sistem. Produk dapat dikelola sebagai bagian dari satu mekanisme tanpa harus membuat halaman Augmented Reality dan marker yang berbeda untuk setiap produk. Pendekatan tersebut sesuai dengan konsep aplikasi yang dikembangkan, yaitu menyediakan visualisasi katalog produk melalui satu halaman AR dan satu marker utama.

4.4.2 Mekanisme Pergantian Objek 2D

Pada antarmuka aplikasi, tombol "SEBELUMNYA" dan "BERIKUTNYA" dapat digunakan untuk beralih antara objek dua dimensi. Ketika pengguna menekan tombol "BERIKUTNYA", indeks katalog berpindah ke produk berikutnya. Ketika pengguna menekan tombol "SEBELUMNYA", sistem menonaktifkan objek dua dimensi produk sebelumnya dan mengaktifkan objek yang sesuai dengan indeks baru.

Proses pergantian produk pada sistem dapat digambarkan secara konseptual sebagai berikut:

> “Produk aktif → Pengguna memilih SEBELUMNYA/BERIKUTNYA → Perubahan indeks produk → Objek sebelumnya dinonaktifkan → Objek berdasarkan indeks baru diaktifkan → Informasi produk diperbarui → Indikator katalog diperbarui.”

Proses ini berlangsung pada marker yang sama, sehingga pengguna tidak perlu memindai marker baru setiap kali mereka ingin melihat produk lain. Selama marker masih berada dalam kondisi tracking, objek yang dipilih akan ditampilkan dengan menggunakan marker tersebut sebagai acuan posisi visualisasi Augmented Reality.Untuk memastikan bahwa proses navigasi tidak dapat mengakses data di luar

jumlah produk yang tersedia dalam katalog, sistem mengontrol nilai indeks agar produk yang ditampilkan tetap berada dalam rentang tertentu, yaitu dari produk pertama hingga produk ke-20.

4.4.3 Sinkronisasi Objek 2D dan Informasi Produk

Sinkronisasi dilakukan untuk memastikan bahwa perubahan informasi produk yang sesuai selalu diikuti oleh perubahan objek dua dimensi. Beberapa elemen antarmuka, termasuk harga, deskripsi, nama, indikator urutan, informasi detail, dan status fitur, diperbarui secara bersamaan oleh sistem setiap kali indeks katalog berubah.Sebagai contoh, ketika produk aktif berubah dari 1/20 Kopi Susu Sikologi menjadi 2/20 Coklat Sikologi, sistem mengubah objek dua dimensi yang ditampilkan dan memperbarui informasi pada panel menjadi data Coklat Sikologi. Prinsip yang sama berlaku untuk produk terakhir, sehingga setiap objek memiliki informasi yang sesuai dengan data produk masing-masing.

Selain itu, sinkronisasi diterapkan pada fitur Share, Favorit, dan Detail. Pada fitur Share, informasi yang dibagikan mengikuti produk yang ditampilkan, sedangkan fitur Detail mengambil informasi berdasarkan produk yang sedang aktif. Oleh karena itu, semua fitur pendukung mengacu pada indeks produk yang sama, sehingga objek dua dimensi, informasi antarmuka, dan fungsi yang dijalankan tidak berbeda.Implementasi katalog 20 produk tersebut menciptakan hubungan antara Tracking Berbasis Marker, visualisasi objek dua dimensi, data produk, dan antarmuka pengguna. Marker berfungsi sebagai acuan untuk tracking, dan objek dua dimensi digunakan sebagai media visualisasi. Sementara sistem katalog mengatur produk dan informasi yang ditampilkan. Dengan integrasi ini, satu marker dapat mengakses semua produk yang tersedia dalam aplikasi.

4.5 Pengujian Sistem

Setelah tahap implementasi sistem, pengujian sistem menjalankan fungsi-fungsi utama aplikasi Augmented Reality, seperti halaman menu awal, proses pemindaian marker, visualisasi objek dua dimensi, navigasi katalog produk, dan fitur pendukung. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa fungsi-fungsi tersebut membawa hasil yang diharapkan.

Pengujian Black Box digunakan untuk menguji kesesuaian fungsi pengguna tanpa menguji struktur kode program secara langsung. Ini dilakukan dengan memberikan tindakan atau input pada setiap fungsi aplikasi dan melacak outputnya.

Skenario pengujian terdiri dari fungsi-fungsi yang digunakan oleh aplikasi. Setiap fungsi diberi tindakan pengujian, dan kemudian dibandingkan hasil yang diharapkan dengan hasil yang sebenarnya.Apabila hasil aktual sesuai dengan hasil yang diharapkan, fungsi tersebut dinyatakan Berhasil.

4.5.1 Pengujian Black Box

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian Black Box yang dilakukan pada fungsi utama dan fitur pendukung aplikasi. Fungsi yang diuji termasuk navigasi menu awal, aktivasi kamera, pendeteksian marker, visualisasi objek dua dimensi, rotasi objek, navigasi katalog, tampilan detail produk, Favorit, Share, dan kembali.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Black Box Aplikasi

No.	Fitur yang Diuji	Tindakan Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Menu Awal	Menjalankan aplikasi	Halaman menu awal dan tombol MULAI SCAN ditampilkan	Halaman menu awal berhasil ditampilkan	Berhasil
2	Tombol MULAI SCAN	Menekan tombol MULAI SCAN	Sistem berpindah ke halaman pemindaian marker dan kamera aktif	Halaman pemindaian dan kamera berhasil ditampilkan	Berhasil
3	Tombol KEMBALI	Menekan tombol KEMBALI pada halaman AR	Sistem kembali ke halaman menu awal	Sistem berhasil kembali ke menu awal	Berhasil
4	Deteksi Marker	Mengarahkan kamera ke marker utama	Sistem mengenali marker yang terdaftar sebagai Image Target	Marker berhasil dikenali oleh sistem	Berhasil
5	Visualisasi Objek 2D	Mengarahkan kamera pada marker yang berhasil dikenali	Objek 2D produk ditampilkan pada posisi marker	Objek 2D berhasil ditampilkan	Berhasil
6	Tracking Marker	Mengubah posisi/sudut kamera selama marker masih terdeteksi	Objek 2D mempertahankan keterkaitannya dengan marker	Objek mengikuti posisi dan orientasi marker	Berhasil
7	Rotasi Objek 2D	Menggeser sentuhan pada objek produk	Objek 2D berotasi sesuai interaksi pengguna	Objek berhasil diputar	Berhasil
8	Tombol BERIKUTNYA	Menekan tombol BERIKUTNYA	Sistem menampilkan produk berikutnya beserta informasinya	Produk berikutnya berhasil ditampilkan	Berhasil

No.	Fitur yang Diuji	Tindakan Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
9	Tombol SEBELUMNYA	Menekan tombol SEBELUMNYA	Sistem menampilkan produk sebelumnya beserta informasinya	Produk sebelumnya berhasil ditampilkan	Berhasil
10	Sinkronisasi Informasi	Melakukan pergantian produk	Nama, harga, deskripsi dan indeks berubah sesuai produk aktif	Informasi berhasil diperbarui sesuai produk	Berhasil
11	Detail Produk	Menekan tombol Detail	Panel informasi detail produk aktif ditampilkan	Detail produk berhasil ditampilkan	Berhasil
12	Tutup Detail	Menekan tombol X/Tutup	Panel detail ditutup dan pengguna kembali ke tampilan AR	Panel detail berhasil ditutup	Berhasil
13	Favorite	Menekan tombol Favorite	Produk aktif ditandai sebagai Favorite dan sistem memberikan umpan balik	Produk berhasil ditandai sebagai Favorite	Berhasil
14	Share	Menekan tombol Share	Sistem menampilkan layanan berbagi Android untuk produk aktif	Menu berbagi berhasil ditampilkan	Berhasil
15	Navigasi 20 Produk	Melakukan navigasi dari produk pertama sampai produk terakhir	Sistem dapat menampilkan produk dari indeks 1/20 hingga 20/20	Seluruh indeks katalog dapat diakses	Berhasil

4.6 Pengujian Marker-Based Tracking

Pengujian Tracking Berbasis Marker dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem untuk menemukan dan mempertahankan tracking terhadap titik di berbagai kondisi penggunaan. Pengujian ini berkonsentrasi pada marker utama yang digunakan sebagai target gambar pada Vuforia Engine. Setelah marker dikenali, sistem akan menampilkan objek dua dimensi produk dengan menggunakan posisi dan orientasi marker sebagai referensi untuk visualisasi realitas diperluas.Pengujian ini dilakukan menggunakan perangkat Android dengan mengarahkan kamera pada marker yang telah ditentukan. Beberapa kondisi yang diuji termasuk jarak kamera terhadap marker, sudut pengambilan marker, dan kondisi pencahayaan. Tujuan dari kedua kondisi ini adalah untuk mengukur kemampuan sistem untuk mengenali marker dalam berbagai situasi penggunaan.

4.6.1 Pengujian Berdasarkan Jarak

Pengujian berdasarkan jarak dilakukan dengan mengubah jarak antara marker dan perangkat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sistem untuk mengenali marker pada jarak berbeda, yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Pengujian dilakukan dengan kondisi pencahayaan dan posisi marker menghadap kamera yang sama.

Tabel 4.2 Pengujian Marker Berdasarkan Jarak

No.	Jarak Kamera	Kondisi Marker	Hasil Deteksi	Keterangan
1	10 cm	Marker terlihat utuh	Terdeteksi	Berhasil
2	20 cm	Marker terlihat utuh	Terdeteksi	Berhasil
3	30 cm	Marker terlihat utuh	Terdeteksi	Berhasil
4	40 cm	Marker terlihat utuh	Tidak Terdeteksi	Gagal
5	50 cm	Marker terlihat utuh	Tidak Terdeteksi	Gagal

4.6.2 Pengujian Berdasarkan Sudut

Pengujian berdasarkan sudut dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem untuk mendeteksi marker ketika kamera berada pada sudut pandang yang berbeda dari marker. Dalam pengujian ini, jarak kamera dari marker dipertahankan sekitar 30 cm, dan sudut pengambilan diubah menjadi 0, 30, 45, dan 60 derajat. Kondisi pencahayaan dibiarkan normal agar perubahan hasil deteksi lebih berfokus pada perubahan sudut pengambilan.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Marker berdasarkan Sudut

No.	Sudut Pengambilan	Jarak	Hasil Deteksi	Keterangan
1	0°	30 cm	Terdeteksi	Berhasil
2	30°	30 cm	Terdeteksi	Berhasil
3	45°	30 cm	Terdeteksi	Berhasil
4	60°	30 cm	Tidak Terdeteksi	Gagal

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa marker dapat ditemukan pada sudut 0°, 30°, dan 45°. Pada sudut 60°, marker tidak dapat ditemukan, sehingga objek dua dimensi tidak dapat ditampilkan.

4.6.3 Pengujian Berdasarkan Kondisi Pencahayaan

Dengan menggunakan marker yang sama dan jarak pengujian yang sama, pengujian dilakukan pada dua kondisi pencahayaan—terang, normal, dan redup—untuk mengukur kemampuan sistem untuk mendeteksi marker ketika jumlah cahaya yang diterima oleh kamera berbeda.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berdasarkan Kondisi Pencahayaan

No.	Kondisi Pencahayaan	Hasil Deteksi	Keterangan
1	Terang	Terdeteksi	Berhasil
2	Normal	Terdeteksi	Berhasil
3	Redup	Tidak Stabil	Kadang terdeteksi dan kadang tidak terdeteksi

Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa marker dapat dideteksi dengan baik baik dalam kondisi pencahayaan terang maupun normal. Kondisi ini memungkinkan sistem untuk mengenali target gambar dan menampilkan objek dua dimensi.

Proses identifikasi marker menjadi tidak stabil dalam kondisi redup. Pada beberapa percobaan, marker tetap dapat diidentifikasi, tetapi ada situasi tertentu di mana sistem tidak dapat mendeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang rendah mempengaruhi kualitas gambar marker yang diterima kamera dan proses pengenalan marker.

4.6.4 Analisis Hasil Pengujian Marker-Based Tracking

Menurut pengujian keseluruhan, jarak, sudut pengambilan, dan kondisi pencahayaan memengaruhi kemampuan pengawasan berbasis titik pada aplikasi. Marker dapat dideteksi dengan baik dari 10 cm hingga 30 cm, tetapi tidak dapat dideteksi dari 40 cm dan 50 cm. Mereka juga dapat dideteksi dari sudut 45°, tetapi tidak dapat dideteksi dari 60°. Saat pencahayaan redup, tracking menjadi tidak stabil.

Hasil menunjukkan bahwa sistem bekerja lebih baik ketika marker tidak terlalu jauh, kamera tidak terlalu miring, dan ada cukup pencahayaan. Kondisi-kondisi ini dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk penggunaan aplikasi agar proses deteksi marker dan visualisasi objek dua dimensi lebih stabil.

4.7 Pengujian pada Perangkat Android

Untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibangun dapat digunakan pada perangkat Android, pengujian dilakukan pada Samsung Galaxy A05s. Ini dilakukan dengan menggunakan file APK hasil build dari Unity, yang kemudian dipasang dan dijalankan pada perangkat.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian pada perangkat Android

No.	Pengujian	Hasil
1	Instalasi APK	Berhasil
2	Menjalankan aplikasi	Berhasil
3	Menampilkan halaman menu awal	Berhasil
4	Mengaktifkan kamera AR	Berhasil
5	Mendeteksi marker	Berhasil
6	Menampilkan objek 2D	Berhasil
7	Interaksi dengan objek 2D	Berhasil

Pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat diinstal dan dijalankan pada Samsung Galaxy A05s, memungkinkan kamera untuk memindai marker dan menampilkan objek dua dimensi setelah marker dikenali. Dengan demikian, aplikasi dapat digunakan untuk menampilkan produk berbasis Augmented Reality pada perangkat Android.

4.8 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Augmented Reality yang dikembangkan memiliki kemampuan untuk menampilkan visualisasi produk dua dimensi dengan metode Tracking Berbasis Marker. Marker utama berfungsi sebagai Target Gambar, dan objek produk ditampilkan berdasarkan posisi yang dikenali kamera oleh marker. Melalui mekanisme pergantian produk dengan tombol Sebelumnya dan Berikutnya, penggunaan satu marker juga memungkinkan sistem menampilkan katalog dengan 20 produk.

Hasil pengujian Tracking Berbasis Marker menunjukkan bahwa kondisi penggunaan mempengaruhi proses pendeteksian. Marker dapat ditemukan pada jarak 10–30 cm, tetapi tidak dapat ditemukan pada jarak 40 dan 50 cm. Mereka juga dapat ditemukan pada sudut 45°, tetapi tidak dapat ditemukan pada sudut 60°. Ketika pencahayaan terang dan normal, proses deteksi dapat berjalan dengan baik. Namun, ketika pencahayaan redup, proses deteksi menjadi tidak stabil.

Secara keseluruhan, hasil implementasi menunjukkan bahwa aplikasi dapat membuat visualisasi produk SIKOLOGI KOPI lebih interaktif dengan menggunakan objek dan informasi produk dua dimensi. Sesuai dengan rancangan sistem, integrasi antara pelacak berbasis titik, katalog dua puluh produk, visualisasi dua dimensi, dan fitur interaksi telah diterapkan. Namun demikian, marker masih tidak dapat dikenali dari jarak yang terlalu jauh, sudut pengambilan yang terlalu miring, dan pencahayaan yang buruk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pelaksanaan dan evaluasi yang telah dilakukan,beberapa kesimpulan berikut dapat ditarik:

1. Aplikasi Augmented Reality yang dirancang untuk platform Android sebagai sarana promosi dan visualisasi produk SIKOLOGI KOPI telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan teknologi Unity dan Vuforia Engine dengan penerapan metode Pelacakan Berdasarkan Marker. Sistem ini dapat mengidentifikasi marker sebagai Target Gambar dan memproyeksikan objek dua dimensi dari produk pada marker yang dikenali.
2. Aplikasi tersebut dapat mempresentasikan katalog yang mencakup 20 produk dari SIKOLOGI KOPI SIKOLOGI KOPI hanya dengan satu marker utama. Pengguna memiliki kemampuan untuk melihat nama produk, harga, deskripsi, dan juga beralih antar produk melalui tombol Sebelumnya dan Berikutnya. Fitur lain dari aplikasi ini termasuk Detail, Info, Share, Favorit, dan lampu untuk meningkatkan interaksi pengguna.
3. Berdasarkan hasil pengujian terhadap Pelacakan Berdasarkan Marker, marker dapat dikenali pada jarak antara 10–30 cm, sementara pada jarak 40 cm dan 50 cm tidak terdeteksi. Marker masih bisa dikenali pada sudut hingga 45°, tetapi tidak pada sudut 60°. Dalam kondisi pencahayaan yang cukup terang dan normal, proses deteksi berjalan lancar, namun di dalam

kondisi yang redup, pendeteksian menjadi kurang stabil.

4. Berdasarkan hasil dari pelaksanaan dan evaluasi, aplikasi ini dapat berfungsi sebagai media alternatif untuk promosi dan visualisasi produk SIKOLOGI KOPI, dengan menyajikan informasi tentang produk serta visualisasi objek dua dimensi menggunakan teknologi Augmented Reality di perangkat Android.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dari penelitian yang telah dilaksanakan, ada beberapa rekomendasi yang bisa diberikan untuk langkah pengembangan ke depan, yaitu:

1. Pengembangan di masa mendatang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan deteksi marker agar lebih konsisten pada jarak yang lebih jauh, sudut pengambilan yang lebih lebar, dan dalam kondisi pencahayaan yang rendah.
2. Objek dua dimensi dan marker sebaiknya dioptimalkan lebih lanjut agar proses pelacakan dan visualisasi produk dapat berjalan dengan lebih stabil di berbagai perangkat Android.
3. Aplikasi bisa ditingkatkan dengan menambahkan sistem pengelolaan data produk secara dinamis, sehingga perubahan nama produk, harga, deskripsi, dan penambahan produk baru dapat dilakukan tanpa perlu memperbaharui aplikasi secara keseluruhan.
4. Fitur-fitur dalam aplikasi seperti Favorit dan Bagikan bisa dikembangkan lagi agar pengguna dapat menyimpan dan membagikan informasi produk dengan lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2025). A survey of augmented reality. In *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* (Vol. 8, Numbers 2–3, pp. 73–272). Now Publishers Inc. https://doi.org/10.1561/1100000049

Bimber, O., & Raskar, R. (2022). Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. A K Peters.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2022). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341–377. https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6

Kautsar, M., & Fauzan, M. N. (2022). Literatur Review Augmented Reality Sebagai Media Promosi Dengan Metode Marker Based Tracking (Vol. 17). https://journal.fkom.uniku.ac.id/ilkom83TerakreditasiSINTA5

Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2022). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 47, 297–302. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654

Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2022). PENGUJIAN APLIKASI MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING BOUNDARY VALUE ANALYSIS (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN). In Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan: I (Number 3).

Mustaqim, I. (2021). PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, 13(2), 174.

Nazruddin Safaat H. (2023). Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. Informatika.

PTC Inc. (2024). Vuforia Developer Library. https://developer.vuforia.com/library/ Purwana, D., Rahmi, R., & Aditya, S. (2021). Pemanfaatan Digital Marketing Bagi Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah (SIKOLOGI KOPI) Di Kelurahan Malaka Sari, Duren Sawit. Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM), 1(1), 1–17. https://doi.org/10.21009/jpmm.001.1.01

Roger S. Pressman. (2022). Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktis. Andi. Silva, R., Oliveira, J. C., & Giraldi, G. A. (2023). Introduction to Augmented Reality. Unity Technologies. (2024). Unity User Manual. https://docs.unity2D.com/Manual/index.html

Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2022). Augmented reality: An overview and five direc-tions for AR in education. In Journal of Educational Technology Development and Exchange (Vol. 4, Number 1).