

**IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY UNTUK
PEMBELAJARAN HURUF HIJAIYAH MENGGUNAKAN
METODE *MARKER-BASED TRACKING* PADA
PLATFROM ANDROID**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

ATIKAH FAJRIN LUBIS

2209020121



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

MEDAN

2026

**IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY UNTUK
PEMBELAJARAN HURUF HIJAIYAH MENGGUNAKAN
METODE *MARKER-BASED TRACKING* PADA
PLATFROM ANDROID**

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**

ATIKAH FAJRIN LUBIS

2209020121

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFROMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *AUGMENTED REALITY* UNTUK
PEMBELAJARAN HURUF HIJAIYAH
MENGUNAKAN METODE *MARKER-BASED*
TRACKING PADA PLATFORM ANDROID

Nama Mahasiswa : ATIKAH FAJRIN LUBIS

NPM : 2209020121

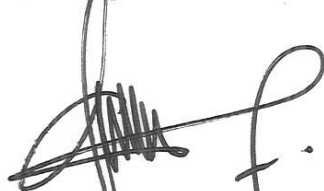
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Farid Akbar Siregar, S.Kom., M.Kom)
NIDN. 0104049401

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 *AUGMENTED REALITY* UNTUK PEMBELAJARAN HURUF HIJAIYAH MENGGUNAKAN METODE *MARKER-BASED* *TRACKING* PADA PLATFORM ANDROID

SKRIPSI

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

Medan, 10 April 2026

Yang membuat pernyataan



Atikah Fajrin Lubis

NPM. 2209020121

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

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

Nama : Atikah Fajrin Lubis
NPM : 2209020121
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

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

**IMPLEMENTASI *AUGMENTED REALITY* UNTUK PEMBELAJARAN
HURUF HIJAIYAH MENGGUNAKAN METODE *MARKER-BASED
TRACKING* PADA PLATFORM ANDROID**

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, 10 April 2026

Yang membuat pernyataan



Atikah Fajrin Lubis

NPM. 2209020121

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Atikah Fajrin Lubis
Tempat dan Tanggal Lahir : Padangsidempuan, 08 Februari 2003
Alamat Rumah : Jln. Beringin Pasar 7 Tembung
Telepon/Faks/HP : 082213046152
E-mail : atikahfajrin0208@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : Negeri 1, Padang Sidempuan TAMAT: 2015
SMP : Negeri 3, Padang Sidempuan TAMAT: 2018
SMA : Negeri 4, Padang Sidempuan TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul *“Implementasi Augmented Reality untuk Pembelajaran Huruf Hijaiyah Menggunakan Metode Marker-Based Tracking pada Platform Android”* dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., 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. Firaumi Rizky, S.Kom., M.Kom. selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd Basri, S. Si., M.Kom. selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.
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 Farid Akbar Siregar, S.Kom., M.Kom. selaku Pembimbing skripsi yang senantiasa sabar dalam membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis dalam menyusun skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknologi Informasi kepada penulis.

9. Cinta pertama dan panutan penulis, Ayahanda Zulfahmi Lubis dan Ibunda Erlina. Terimakasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang telah di berikan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah memdoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana. Semoga Ayah dan Mama sehat, panjang umur dan bahagia selalu.
10. Kepada saudaraku yang tak kalah penting kehadirannya, Rianti Fadillah Lubis dan Aulia Abdullah Lubis. Terimakasih telah menjadi dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi dalam proses karya tulis ini baik tenaga maupun waktu untuk penulis. Telah mendukung, menghibur dan mendengarkan keluh kesah penulis.
11. Kepada seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi dan do'anya untuk penulis sehingga penulis mampu melewati semua permasalahan yang penulis alami selama menyelesaikan studi ini.
12. Terimakasih yang tulus penulis sampaikan kepada Vira Venezia Anggreny, Jelita Tri Rezeky dan Masyita Rahmah teman sejak awal perkuliahan. Dibalik kata pedas yang selalu dilontarkan satu sama lain ada hati baik yang selalu siap menyediakan bahu untuk bersandar dan hadir tanpa syarat di kala suka maupun duka. Terimakasih karena telah menjadi sahabat yang tidak hanya ada saat tawa mengisi hari, tetapi juga saat air mata menemani malam. Atas telinga yang selalu siap mendengar, atas nasihat dan motivasi yang sering kali datang tepat di saat penulis paling membutuhkannya. Kehadiran kalian telah memberi warna dan semangat tersendiri dalam perjalanan panjang ini.
13. Kepada seseorang yang pernah bersama penulis dan penulis juga tidak bisa sebutkan namanya. Terimakasih untuk patah hati yang diberikan saat awal penyusunan tugas akhir ini memberikan cukup motivasi untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang mengerti arti pengalaman, pendewasaan, sabar dan arti kehilangan sebagai bentuk proses penempaan menghadapi dinamika hidup. Terimakasih telah menjadi bagian menyenangkan sekaligus menyakitkan dari pendewasaan ini.

14. *Last but not least*, Kepada diri saya sendiri Atikah Fajrin Lubis.
Terimakasih sudah bertahan sampai detik ini, sudah berusaha menahan sabar, ego, tetap semangat, dan tidak putus asa atas pencapaian dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Terimakasih untuk semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

IMPLEMENTASI *AUGMENTED REALITY* UNTUK PEMBELAJARAN HURUF HIJAIYAH MENGGUNAKAN METODE *MARKER-BASED TRACKING* PADA PLATFORM ANDROID

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis *Augmented Reality* (AR) menggunakan metode *Marker-Based Tracking* pada platform Android. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada kurangnya minat belajar anak usia dini terhadap metode pembelajaran konvensional yang cenderung kurang interaktif. Oleh karena itu, diperlukan inovasi media pembelajaran yang lebih menarik dan efektif.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang meliputi tahapan *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*. Aplikasi dikembangkan menggunakan *Unity* sebagai *game engine*, *Vuforia SDK* sebagai pendukung teknologi *Augmented Reality*, serta *Blender* untuk pembuatan objek tiga dimensi huruf hijaiyah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi secara *real-time* melalui proses pemindaian marker menggunakan kamera perangkat Android. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi dengan fitur audio pengucapan huruf yang membantu pengguna dalam memahami pelafalan huruf hijaiyah.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Blackbox Testing* yang berfokus pada pengujian fungsi aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan tanpa ditemukan kesalahan yang signifikan. Dengan demikian, aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis *Augmented Reality* ini dapat menjadi media pembelajaran alternatif yang interaktif dan menarik bagi anak usia dini.

Kata kunci: *Augmented Reality, Marker-Based Tracking, Huruf Hijaiyah, Android, Media Pembelajaran*

IMPLEMENTATION OF AUGMENTED REALITY FOR LEARNING HIJAIYAH LETTERS USING A MARKER-BASED TRACKING METHOD ON THE ANDROID PLATFORM

ABSTRACT

This study aims to develop a learning application for Hijaiyah letters based on Augmented Reality (AR) using the Marker-Based Tracking method on the Android platform. The background of this study is based on the lack of interest of early childhood learners in conventional learning methods, which tend to be less interactive. Therefore, an innovative and more engaging learning media is needed.

The research method used is Research and Development (R&D) with the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model, which consists of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution stages. The application was developed using Unity as the game engine, Vuforia SDK for Augmented Reality implementation, and Blender for creating 3D Hijaiyah letter objects.

The results show that the application is able to display Hijaiyah letters in three-dimensional objects in real-time through marker scanning using the Android device camera. In addition, the application is equipped with an audio feature that helps users understand the pronunciation of the letters.

System testing was conducted using the Blackbox Testing method, focusing on functional testing. The results indicate that all application features run properly as expected without significant errors.

Therefore, this Augmented Reality-based Hijaiyah learning application can be used as an alternative interactive and engaging learning medium for early childhood education.

Keywords: *Augmented Reality, Marker-Based Tracking, Hijaiyah Letters, Android, Learning Media*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN.....	iii
AKADEMIS	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Augmented Reality.....	9
2.2 Marker-Based Tracking.....	9
2.3 Unity 3D.....	10
2.4 Blender	10
2.5 Vuforia Engine	11
2.6 Huruf Hijaiyah.....	11
2.7 Bahasa Pemrograman C# (<i>C Sharp</i>)	12
2.8 Android.....	12

2.9	Penelitian Terdahulu.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Jenis Penelitian dan Pendekatan Penelitian.....	16
3.2	Metode Pengembang Sistem	16
3.2.1	Concept	17
3.2.2	Design	18
3.2.3	Material Collecting	18
3.2.4	Assembly.....	18
3.2.5	Testing.....	19
3.2.6	Distribution	19
3.3	Metode Augmented Reality Marker-Based Tracking.....	19
3.4	Analisis Kebutuhan Sistem	20
3.4.1	Kebutuhan Fungsional	21
3.4.2	Kebutuhan Non Fungsional	21
3.4.3	Kebutuhan Perangkat Keras.....	23
3.4.4	Kebutuhan Perangkat Lunak.....	23
3.5	Perancangan Sistem.....	23
3.5.1	Alur Sistem Aplikasi	24
3.5.2	Diagram Use Case.....	28
3.6	Perancangan Antarmuka.....	31
3.7	Perancangan Marker.....	34
3.7.1	Perancangan Objek 3D Huruf Hijaiyah	35
3.8	Metode Pengujian.....	36
3.8.1	Skenario Pengujian	36
3.8.2	Parameter keberhasilan	38
3.8.3	Subjek Penelitian	39
3.8.4	Teknik Analisis Data	39
3.9	Jadwal Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Hasil Implementasi Sistem.....	42
4.1.1	Hasil Implementasi Antarmuka (<i>User Interface</i>).....	44
4.1.2	Hasil Implementasi Marker dan Objek 3D	47
4.1.3	Hasil Implementasi Augmented Reality (<i>Scan Marker</i>).....	48
4.2	Hasil Pengujian Sistem.....	51

4.2.1	Hasil Pengujian Fungsional	52
4.2.2	Analisis Hasil Pengujian	52
4.2.3	Perhitungan Tingkat Keberhasilan.....	52
4.2.4	Analisis Kelayakan Sistem Berdasarkan Blackbox Testing.....	53
4.2.5	Pembahasan Kemudahan Penggunaan.....	54
4.2.6	Analisis Respon Pengguna.....	55
4.3	Pembahasan	57
4.3.1	Pembahasan Hasil Implementasi	57
4.3.2	Pembahasan Efektivitas Pembelajaran.....	58
BAB V PENUTUP		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Skenario Pengujian Aplikasi.....	37
Tabel 3.2 Hasil Pengujian dan Keberhasilan Aplikasi.....	40
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi.....	52
Tabel 4.2 Hasil Penilaian Respon Pengguna	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metode Pengembang Sistem.....	17
Gambar 3.2 Contoh Marker.....	20
Gambar 3.3 Titik Kordinat Tiga Dimensi.....	20
Gambar 3.4 Alur Sistem Aplikasi.....	26
Gambar 3.5 Diagram Use Case	29
Gambar 3.6 Halaman Utama	31
Gambar 3.7 Halaman Mulai	31
Gambar 3.8 Halaman Mengenal Huruf Hijaiyah.....	32
Gambar 3.9 Halaman Info	32
Gambar 3.10 Halaman Informasi	33
Gambar 3.11 Halaman Petunjuk.....	33
Gambar 3.12 Download Marker.....	34
Gambar 3.13 Contoh Objek 3D.....	35
Gambar 4. 1 Halaman Utama	44
Gambar 4. 2 Halaman Mulai	44
Gambar 4. 3 Halaman Info	45
Gambar 4. 4 Halaman Informasi	45
Gambar 4. 5 Halaman Petunjuk.....	46
Gambar 4. 6 Menu Download Marker.....	46
Gambar 4. 7 Implementasi Variasi Huruf Hijaiyah (ﻝ ﻝ ﻝ ﻝ)	49
Gambar 4. 8 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Fathah (ﻝ)	49
Gambar 4. 9 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Kasrah (ﻝ).....	50
Gambar 4. 10 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Dhammah (ﻝ)	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi informasi saat ini sangat mudah diakses karena telah meresap ke seluruh lapisan masyarakat. Teknologi tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi telah menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran guna meningkatkan kualitas, efektivitas, serta daya tarik dalam penyampaian materi. Seiring dengan perkembangannya, teknologi memberikan berbagai kemudahan dalam kehidupan manusia, khususnya di bidang pendidikan. Salah satu teknologi yang semakin populer dan mulai banyak diterapkan dalam dunia pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR) (Fadillah P et al., 2025).

Pada pendidikan anak usia dini, pemanfaatan teknologi menjadi semakin relevan mengingat fase ini merupakan periode emas (*golden age*) perkembangan kognitif anak. Pada tahap ini, kemampuan anak dalam menyerap informasi berkembang secara optimal sehingga memerlukan metode pembelajaran yang menarik, interaktif, dan menyenangkan (Syahrizal and Nurhafizah, 2023). Selain itu, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, sekitar 36,99% anak di Indonesia telah menggunakan telepon seluler atau gadget, termasuk anak usia 4–6 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa anak usia dini sudah akrab dengan perangkat digital, sehingga pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran menjadi peluang yang sangat potensial.

Dalam konteks pendidikan agama Islam, pengenalan huruf hijaiyah merupakan dasar utama dalam kemampuan membaca Al-Qur'an. (Anis, 2024) Pada tahap awal pembelajaran, khususnya pada tingkat Iqra 1 hingga 3, peserta didik berada pada fase pengenalan bentuk huruf dan bunyi dasar yang membutuhkan pendekatan pembelajaran yang tepat dan bertahap. (Apriliyanti, Rosyidi and Rihastuti, 2023) Namun demikian, pada praktiknya masih ditemukan kendala dalam proses pembelajaran pada tahap ini.

Permasalahan yang muncul bukan semata-mata terletak pada peserta didik, melainkan pada penyajian materi pembelajaran yang masih cenderung konvensional dan kurang variatif. Materi pada tingkat Iqra 1 hingga 3 umumnya disajikan dalam bentuk visual dua dimensi yang bersifat statis, sehingga belum sepenuhnya mampu mendukung karakteristik belajar anak usia dini yang lebih responsif terhadap media interaktif dan visual yang dinamis.

Lebih lanjut, hasil wawancara dengan Umi Nining Safitri guru yang berpengalaman mengajar di TK Al-Misbah Padangsidempuan selama 7 tahun, menunjukkan adanya penerapan metode alternatif, yaitu metode Kibar sebagai pengganti metode Iqra'. Metode Kibar terdiri dari 3 jilid, lebih ringkas dibandingkan metode Iqra' yang terdiri dari 6 jilid. Metode ini menggabungkan huruf-huruf hijaiyah yang memiliki kemiripan bunyi, seperti (ث، س، ش، ص), sehingga memudahkan anak dalam mengenali huruf sekaligus memahami perbedaan bunyinya. Berdasarkan penerapan metode tersebut, sekitar 50% siswa di TK Al-Misbah telah mampu membaca Al-Qur'an setelah menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak.

Sementara itu, di wilayah lain seperti Kota Medan, metode Kibar belum banyak diterapkan. Berdasarkan hasil wawancara, tingkat kemampuan membaca Al-Qur'an anak setelah lulus TK masih sekitar 30%, sedangkan sebagian besar lainnya berada pada tingkat Iqra' 4, 5, dan 6. Bahkan, sekitar 10% anak masih berada pada tahap Iqra' 1 hingga 3, terutama bagi anak yang memiliki kesulitan dalam memahami materi. Hal ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang digunakan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan anak dalam membaca Al-Qur'an sejak dini.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan pengembangan metode penyampaian materi pembelajaran yang lebih inovatif dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Dengan mengoptimalkan pendekatan yang lebih interaktif, diharapkan materi pada tahap awal pembelajaran huruf hijaiyah dapat disajikan secara lebih menarik dan mudah dipahami, sehingga mendukung proses pengenalan huruf secara lebih efektif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan adanya inovasi dalam media pembelajaran yang mampu meningkatkan minat dan pemahaman anak. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah *Augmented Reality* (AR), yang mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran huruf hijaiyah terbukti dapat meningkatkan daya tarik serta efektivitas pembelajaran pada anak usia dini (Nasution et al., 2025).

Dengan teknologi AR, anak-anak dapat melihat huruf hijaiyah dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) yang muncul di atas marker ketika kamera perangkat diarahkan pada penanda tertentu. Selain itu, teknologi ini dapat

dilengkapi dengan audio pengucapan huruf, sehingga anak tidak hanya mengenal bentuk visual huruf, tetapi juga memahami cara pelafalannya (Fadillah P et al., 2025).

Salah satu metode yang digunakan dalam teknologi AR adalah *Marker-Based Tracking*, yaitu metode pelacakan yang memanfaatkan marker berupa gambar atau pola tertentu sebagai acuan untuk menampilkan objek virtual. Marker akan dikenali oleh sistem melalui kamera, kemudian sistem menentukan posisi dan orientasi objek berdasarkan koordinat tiga dimensi (x, y, z) (Rosyid and Sitio, 2022). Metode ini memungkinkan objek virtual ditampilkan secara stabil dan akurat, sehingga sangat cocok digunakan dalam pembelajaran berbasis visual seperti pengenalan huruf hijaiyah.

Penggunaan metode *Marker-Based Tracking* memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah diterapkan, stabil dalam pelacakan, serta mampu menampilkan objek secara real-time. Hal ini sangat sesuai untuk karakteristik anak usia dini yang membutuhkan media pembelajaran yang sederhana namun menarik. Selain itu, metode ini juga memudahkan pengembangan aplikasi karena posisi dan orientasi objek dapat dikontrol dengan baik sesuai kebutuhan pembelajaran.

Platform Android dipilih sebagai media implementasi karena merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan pada perangkat seluler saat ini. Android bersifat terbuka (*open source*) dan mudah diakses oleh masyarakat luas. Selain itu, Android mendukung berbagai perangkat lunak pengembangan seperti Unity dan Vuforia yang sangat mendukung implementasi teknologi AR. Dengan demikian, aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis AR dapat digunakan kapan

saja dan di mana saja oleh anak, guru, maupun orang tua sebagai media pembelajaran alternatif (Murni, Husin and Herdiansyah, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Implementasi Augmented Reality untuk Pembelajaran Huruf Hijaiyah Menggunakan Metode Marker-Based Tracking pada Platform Android.”** Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran huruf hijaiyah yang lebih interaktif, menarik, dan efektif, serta mampu meningkatkan kemampuan anak dalam membaca Al-Qur’an sejak usia dini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini membahas proses implementasi aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality (AR) pada platform Android sebagai media pembelajaran bagi anak usia dini dengan tujuan menghadirkan metode pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif dibandingkan pembelajaran konvensional. Permasalahan yang dikaji berfokus pada bagaimana pemanfaatan teknologi Augmented Reality dapat digunakan untuk membantu anak usia dini dalam mengenali dan menghafal huruf hijaiyah secara lebih efektif serta meningkatkan minat belajar sebagai dasar awal dalam kemampuan membaca Al-Qur’an.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pembatasan ruang lingkup pembahasan yang ditetapkan agar penelitian dapat berjalan secara terarah dan fokus sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai:

1. Materi pembelajaran hanya mencakup pengenalan huruf hijaiyah dasar dalam bentuk 3D, dengan jumlah keseluruhan 90 huruf hijaiyah yang meliputi harakat fathah, kasrah dan dhammah. Materi pembelajaran tidak mencakup makhorij kompleks atau bacaan Al-Qur'an penuh.
2. Implementasi aplikasi pembelajaran huruf Hijaiyah dilakukan pada platform Android, sehingga sistem tidak dikembangkan untuk iOS, Windows, atau platform lainnya.
3. Teknologi Augmented Reality yang digunakan adalah metode MarkerBased Tracking, dengan memanfaatkan Vuforia SDK sebagai library pendeteksi marker berbasis kamera dan Blender sebagai perangkat lunak pembuatan objek 3D.
4. Pengujian aplikasi dilakukan pada RA An-nur dalam skala terbatas dengan melibatkan sebanyak 30 anak usia dini sebagai pengguna aplikasi serta 2 guru yang berperan sebagai pendamping dan evaluator dalam proses uji coba aplikasi.
5. Pada penelitian ini aplikasi menyediakan fitur audio dengan format MP3, rotasi dan zoom pada objek huruf hijaiyah sebagai pendukung proses pengenalan huruf bagi anak usia dini.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah yang telah dipaparkan pada topik-topik berikut agar tugas akhir ini lebih lejas dan terarah:

1. Mengimplementasikan teknologi Augmented Reality pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah pada platform Android sebagai media pembelajaran untuk anak usia dini.

2. Menerapkan metode Marker-Based Tracking pada Vuforia untuk mendeteksi marker dan menampilkan visual huruf hijaiyah ke lingkungan nyata secara Real-Time melalui kamera perangkat Android.
3. Mengetahui sejauh mana aplikasi berbasis Augmented Reality ini dapat meningkatkan minat belajar serta pemahaman anak usia dini dalam mengenal huruf hijaiyah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi anak

Penelitian ini berguna untuk membantu anak usia dini mempelajari huruf Hijaiyah dengan cara yang lebih menarik dan interaktif melalui visualisasi 3D berbasis augmented reality.

2. Bagi Guru

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai media pendukung pembelajaran yang inovatif, sehingga memudahkan guru dalam menyampaikan materi pengenalan huruf hijaiyah secara lebih menarik dan sesuai dengan tahap perkembangan anak usia dini.

3. Bagi Orang tua

Penelitian ini menyediakan media belajar yang praktis dan mudah digunakan di rumah, sehingga orang tua dapat berperan aktif dalam mendampingi dan memantau proses belajar anak dalam mengenal huruf hijaiyah secara lebih menyenangkan.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi bagi peneliti berikutnya dalam melakukan pengembangan maupun penyempurnaan aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dan dunia maya, sehingga objek virtual ditampilkan bersamaan dengan objek nyata. Augmented Reality membantu visualisasi konsep abstrak serta memberikan informasi tambahan secara interaktif kepada pengguna (Fadillah P *et al.*, 2025). Dalam konteks pembelajaran huruf hijaiyah, penggunaan Augmented Reality dapat dikombinasikan dengan metode marker-based tracking untuk menampilkan huruf dalam bentuk 3D. Hal ini memberikan kesempatan bagi anak-anak untuk melihat, mengenali, dan berinteraksi dengan bentuk huruf secara lebih jelas sehingga proses belajar menjadi lebih menarik dan mudah dipahami.

2.2 Marker-Based Tracking

Marker merupakan ilustrasi antara hitam dan putih dengan batas hitam tebal maupun tipis yang di cetak di atas latar putih (Aktafi, Wibowo and Wahid, 2020). Dalam Augmented Reality Marker-Based Tracking adalah metode pelacakan yang memanfaatkan Augmented Reality yang menggunakan marker sebagai penanda untuk menampilkan objek virtual. Marker dapat berupa gambar, simbol, atau pola tertentu yang dipindai melalui kamera perangkat. saat marker dibuat dengan pola dalam bentuk gambar yang telah dicetak dengan printer yang akan dikenali oleh kamera. Saat kamera menangkap marker, Komputer akan mengenali posisi dan orientasi setiap marker dan membuat virtual 3D yaitu titik koordinat (0,0,0) dengan terdiri dari tiga sumbu yaitu X, Y dan Z (Aktafi, Wibowo and Wahid, 2020).

Marker dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki fitur visual yang kuat dan dapat dideteksi melalui karakteristik seperti ukuran, posisi atau lokasi di dalam citra, serta orientasi atau sudut kemiringan objek terhadap garis acuan yang digunakan (Krisnandry and Bahri, 2020).

2.3 Unity 3D

Unity 3D merupakan salah satu perangkat lunak yang banyak dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi interaktif, termasuk aplikasi berbasis Augmented Reality (AR). Penggunaannya cukup luas karena didukung oleh antarmuka yang relatif mudah dipahami serta ekosistem pengembangan yang lengkap, sehingga memudahkan proses perancangan dan implementasi aplikasi. Selain itu, Unity memiliki kemampuan untuk diintegrasikan dengan berbagai sistem operasi seperti Android dan iOS, sehingga aplikasi yang dikembangkan dapat dijalankan pada berbagai jenis perangkat seluler.

Dalam proses pengembangan, Unity juga mendukung penggunaan bahasa pemrograman C# yang memungkinkan pengembang untuk mengatur logika aplikasi secara fleksibel, termasuk dalam mengelola interaksi pengguna dan pengendalian objek tiga dimensi secara dinamis (Syahputra *et al.*, 2024).

2.4 Blender

Blender merupakan perangkat lunak open-source yang dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai konten digital, seperti animasi, efek visual, model untuk pencetakan 3D, aplikasi interaktif berbasis 3D, hingga pengembangan permainan video (Hidayati, Zaman and Handayani, 2025). Dalam pengembangan Augmented Reality (AR), Blender berfungsi sebagai alat untuk membuat model huruf Hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi, yang kemudian diekspor ke format seperti FBX, OBJ,

atau GLTF untuk diintegrasikan ke dalam Unity dan ditampilkan menggunakan teknologi Marker-Based Tracking. Model huruf yang dihasilkan dapat ditingkatkan dengan warna, tekstur, pencahayaan, dan animasi sederhana, membuat bentuk melengkung khas huruf Arab lebih jelas dan menarik daripada tampilan 2D.

Dengan visualisasi 3D ini, siswa dapat melihat huruf Hijaiyah dari berbagai sudut, membuat proses pemahaman bentuk huruf lebih mudah dan interaktif saat huruf muncul melalui penanda melalui kamera ponsel pintar.

2.5 Vuforia Engine

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR (Indra Hiswara, Andy Dahrmaalau, 2022). Vuforia SDK ini platform AR yang terintegrasi dengan Unity sehingga aplikasi dapat mendeteksi gambar, objek, dan lingkungan nyata. Dengan Vuforia, aplikasi ini dapat mengenali marker atau gambar fisik, yang digunakan sebagai acuan untuk menampilkan model 3D huruf hijaiyah dilayar perangkat mobile. SDK ini memiliki kemampuan tracking yang kuat dan akurat, sehingga objek virtual dapat tetap sejajar dengan dunia nyata meskipun pengguna menggerakkan perangkat mereka. Pengguna Vuforia dalam aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah memberikan pengalaman AR yang realistis dan interaktif bagi anak-anak melihat dan berinteraksi langsung dengan huruf 3D melalui kamera smartphone sehingga belajar lebih menarik dan efektif (Syahputra *et al.*, 2024).

2.6 Huruf Hijaiyah

Huruf Hijaiyah atau Huruf arab merupakan huruf yang sudah ada sejak dahulu yang digunakan oleh umat muslim di seluruh penjuru dunia sebagai dasar membaca Al-Qur'an. Jumlah huruf hijaiyah yang umumnya diketahui berjumlah

28 huruf yaitu : ا ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن و ه ي . Seiring perkembangan, terdapat penambahan 2 huruf yaitu huruf “ ء “ dan “ ل “ sehingga menjadikan jumlahnya menjadi 30 huruf (Akbar and Irawan, 2021).

2.7 Bahasa Pemrograman C# (C Sharp)

Bahasa Pemrograman C# adalah Bahasa pemrograman berorientasi objek dan penerus dari Bahasa pemrograman C++ yang dikembangkan oleh Microsoft. C# mendukung pemograman .NET melalui visual studio sehingga banyak digunakan dadlam pengembangan aplikasi modern (Maulana *et al.*, 2023).

Dalam pengembangan pembelajaran huruf Hijaiyah berbasis AR, C# digunakan untuk mengontrol objek 3D, seperti menampilkan huruf ketika marker terdeteksi, mengatur animasi huruf, memutar suara pengucapan, dan menangani tombol antarmuka pengguna. C# berperan sebagai penghubung antara Unity, Vuforia, dan model 3D, sehingga aplikas dapati berjalan secara interaktif dan responsif pada perangkat Android. Penggunaan C# dalam Unity telah terbukti efektif dalam pengembangan aplikasi AR pendidikan, karena mendukung pemrosesan objek 3D dan deteksi marker secara real-time sehingga pengalaman belajar anak menjadi lebih menarik dan interaktif.

2.8 Android

Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dikembangkan oleh Google dan banyak digunakan pada perangkat bergerak seperti smartphone dan tablet. Android bersifat *open-source* sehingga memberikan fleksibilitas tinggi bagi pengembang dalam membangun berbagai jenis aplikasi, termasuk aplikasi pembelajaran berbasis multimedia dan Augmented Reality. Dukungan Android terhadap fitur perangkat keras seperti kamera, sensor, dan pengolahan grafis

menjadikannya platform yang sesuai untuk menampilkan objek virtual secara interaktif dan *real-time* dalam konteks pembelajaran berbasis visual.

Dalam pengembangan aplikasi Augmented Reality untuk pembelajaran huruf hijaiyah, Android berperan sebagai platform yang dapat mengintegrasikan *game engine* seperti Unity dan *software development kit* seperti Vuforia secara optimal. Penggunaan Android sebagai platform pembelajaran berbasis Augmented Reality dapat meningkatkan interaktivitas dan minat belajar anak karena kemudahan akses serta kemampuan perangkat dalam menjalankan teknologi marker-based tracking secara stabil. Hal ini menunjukkan bahwa Android mendukung proses pendeteksian marker dan penampilan objek tiga dimensi secara akurat melalui kamera perangkat mobile.

Pada penelitian pembelajaran huruf Hijaiyah berbasis Augmented Reality, platform Android memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan objek huruf tiga dimensi yang muncul di atas marker melalui kamera smartphone. Pemanfaatan Android menjadikan aplikasi pembelajaran dapat digunakan secara fleksibel tanpa memerlukan perangkat khusus, sehingga sesuai diterapkan pada anak usia dini sebagai media pembelajaran alternatif yang modern, interaktif, dan mudah digunakan (Murni, Husin and Herdiansyah, 2024).

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Fadillah P <i>et al.</i> , 2025)	Penerapan Teknologi Augmented Reality 3D sebagai Media Pembelajaran Anak Usia Dini	AR mampu menggabungkan objek virtual dan dunia nyata secara interaktif sehingga membantu visualisasi konsep pembelajaran dan meningkatkan keterlibatan peserta didik.
2	(Nasution <i>et al.</i> , 2025)	Development of MarkerBased Augmented Reality Application for Learning Hijaiyah Letters in Tahfiz Schools	Penggunaan Augmented Reality dalam pembelajaran huruf Hijaiyah terbukti mampu meningkatkan daya tarik serta efektivitas pembelajaran bagi anak usia dini.

3	(Aktafi, Wibowo and Wahid, 2020)	Implementasi Augmented Reality Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah Al-Qur'an Berbasis Android	Karakteristik visual marker sangat mempengaruhi keberhasilan pendeteksian dan kestabilan objek virtual dalam sistem Augmented Reality.
4	(Anis, 2024)	Peran Multimedia Interaktif Dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah Untuk Anak Usia Dini	Pengenalan huruf Hijaiyah sejak usia dini sangat penting sebagai dasar kemampuan membaca Al-Qur'an dan memerlukan media pembelajaran yang menarik agar anak tidak cepat bosan.
5	(Krisnandry and Bahri, 2020)	Implementasi Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Smart Book Redoks dan Elektrokimia Menggunakan Metode Marker-Based Tracking Berbasis Desktop	Penggunaan Marker-Based Tracking membutuhkan actor untuk dapat memunculkan animasi 3D, sehingga dari pengguna sangat berpengaruh pada hasil keluaran objek 3D.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tahapan dan metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian yaitu mulai dari penelitan, metode pengembangan sistem, meetode Augmented Reality yang digunakan, perancangan sistem hingga metode pengujian. Metodologi penelitian ini dibuat sebagai acuan dalam membangan aplikasi Augmented Reality untuk pembelajaran huruf hijaiyah berbasis android.

3.1 Jenis Penelitian dan Pendekatan Penelitian

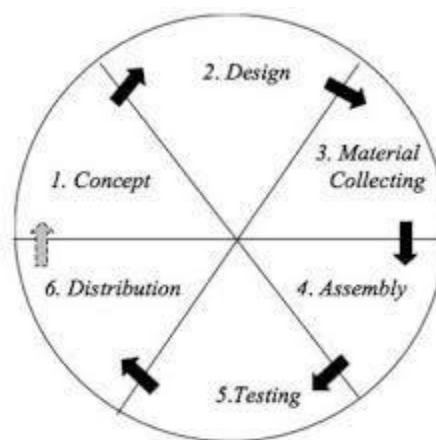
Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian yang pengembang Research and Development (R&D). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk berupa aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality pada platform Android. Pendekatan penelitian ini dipilih karena fokus utama penelitian tidak hanya pengkajian teori tetapi juga pada proses perancangan, pembuatan dan pengujian aplikasi sebagai media pembelajaran interaktif. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu anak usia dini dalam mengenal huruf hijaiyah melalui visualisasi objek tiga dimensi yang di tampilkan secara real time menggunakan teknologi Augmented Reality dengan metode Marker-Based Tracking.

3.2 Metode Pengembang Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Metode MDLC dipilih karena sesuai dengan karakteristik aplikasi yang dikembangkan, yaitu aplikasi pembelajaran berbasis multimedia dan Augmented Reality. MDLC memiliki

tahapan yang sistematis dan terstruktur sehingga memudahkan peneliti dalam merancang, mengembangkan, serta mengevaluasi aplikasi yang dibuat.

Tahapan dalam metode MDLC terdiri dari enam tahap, yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Setiap tahapan saling berkaitan dan dilakukan secara berurutan untuk menghasilkan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality yang sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3.1 Metode Pengembang Sistem

3.2.1 Concept

Tahap concept merupakan tahap awal dalam pengembangan aplikasi. Konsep aplikasi difokuskan pada penyajian huruf hijaiyah dalam bentuk objek tiga dimensi yang menarik, disertai dengan audio pengucapan huruf dengan menggunakan format MP3. Dengan konsep tersebut, diharapkan anak-anak dapat belajar dengan cara yang lebih interaktif dan menyenangkan dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

3.2.2 Design

Tahap design merupakan tahap perancangan sistem dan tampilan aplikasi. Pada tahap ini dilakukan perancangan alur sistem aplikasi, struktur menu, serta desain antarmuka pengguna. Perancangan dilakukan agar aplikasi mudah digunakan oleh anak usia dini, dengan tampilan sederhana dan navigasi yang jelas. Perancangan sistem dituangkan dalam bentuk flowchart dan use case diagram untuk menggambarkan alur kerja aplikasi dan interaksi pengguna dengan sistem.

3.2.3 Material Collecting

Tahap material collecting merupakan tahap pengumpulan seluruh bahan yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi. Bahan yang dikumpulkan meliputi:

1. Materi huruf hijaiyah,
2. Desain marker huruf hijaiyah,
3. Model objek 3D huruf hijaiyah,
4. Audio pengucapan huruf dengan menggunakan format MP3,
5. serta perangkat lunak pendukung seperti Unity, Vuforia SDK, dan Blender.

Materi huruf hijaiyah disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran anak usia dini dan dibatasi hanya pada pengenalan huruf dasar sesuai dengan Batasan masalah penelitian.

3.2.4 Assembly

Tahap assembly merupakan tahap implementasi, yaitu proses penggabungan seluruh komponen yang telah dirancang dan dikumpulkan ke dalam aplikasi. Pada tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi menggunakan Unity sebagai

game engine utama, serta integrasi Vuforia SDK untuk mendukung teknologi Augmented Reality berbasis marker.

Marker yang telah dibuat dan diunggah ke Vuforia dihubungkan dengan objek 3D huruf hijaiyah. Ketika marker terdeteksi oleh kamera perangkat Android, sistem akan menampilkan objek 3D huruf hijaiyah beserta audio pengucapannya secara real-time.

3.2.5 Testing

Tahap testing merupakan tahap pengujian aplikasi untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat mendeteksi marker dengan baik, menampilkan objek 3D secara stabil, serta memutar audio pengucapan huruf dengan benar.

Pengujian dilakukan menggunakan metode Blackbox Testing, yaitu metode pengujian yang berfokus pada fungsi aplikasi tanpa melihat struktur kode program.

3.2.6 Distribution

Tahap distribution merupakan tahap akhir dari metode MDLC. Pada tahap ini aplikasi yang telah selesai dikembangkan dan diuji akan dikemas dalam format file aplikasi Android (.apk) sehingga dapat dipasang dan digunakan pada perangkat Android. Aplikasi ini selanjutnya dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif oleh anak, guru, maupun orang tua.

3.3 Metode Augmented Reality Marker-Based Tracking

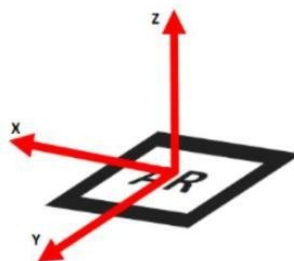
Metode Augmented Reality yang digunakan dalam penelitian ini adalah Marker-Based Tracking. Metode ini memanfaatkan marker atau penanda berupa gambar sebagai acuan untuk menampilkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata. Marker dikenali oleh kamera perangkat Android, kemudian sistem

menentukan posisi dan orientasi marker untuk menampilkan objek 3D huruf hijaiyah secara tepat.



Gambar 3.2 Contoh Marker

Pada aplikasi ini, marker berfungsi sebagai pemicu munculnya objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi. Ketika kamera diarahkan ke marker, Vuforia akan melakukan proses pendeteksian berdasarkan fitur visual marker. Setelah marker terdeteksi, sistem akan menampilkan objek 3D huruf hijaiyah tepat di atas marker sesuai dengan koordinat tiga dimensi, yaitu sumbu x, y, dan z.



Gambar 3.3 Titik Kordinat Tiga Dimensi

Penggunaan metode Marker-Based Tracking dinilai sesuai untuk pembelajaran anak usia dini karena proses pendeteksiannya relatif stabil dan mudah digunakan. Selain itu, metode ini tidak memerlukan spesifikasi perangkat yang tinggi sehingga dapat dijalankan pada sebagian besar perangkat Android.

3.4 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan

penelitian. Analisis ini mencakup kebutuhan fungsional, kebutuhan perangkat keras, dan kebutuhan perangkat lunak.

3.4.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh aplikasi. Aplikasi ini harus mampu:

1. Menampilkan kamera Augmented Reality.
2. Mendeteksi marker huruf hijaiyah.
3. Menampilkan objek 3D huruf hijaiyah di atas marker yang dilengkapi dengan fitur rotasi dan zoom.
4. Memutar audio pengucapan huruf dengan format MP3.
5. Menyediakan menu navigasi yang mudah digunakan.

3.4.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional merupakan kebutuhan yang berkaitan dengan kualitas, kinerja, dan batasan sistem dalam menjalankan fungsinya. Kebutuhan ini tidak secara langsung berhubungan dengan fungsi utama aplikasi, namun sangat berpengaruh terhadap kenyamanan, keandalan, dan efektivitas penggunaan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality. Adapun kebutuhan non fungsional pada aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan Kinerja

Aplikasi harus mampu berjalan dengan baik pada perangkat Android dengan spesifikasi menengah. Proses pendeteksian marker dan penampilan objek 3D huruf hijaiyah harus dilakukan secara real-time tanpa jeda waktu yang terlalu lama, sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna, khususnya anak usia dini.

2. Kebutuhan Kemudahan Penggunaan

Aplikasi harus memiliki antarmuka yang sederhana, menarik, dan mudah dipahami oleh anak-anak. Navigasi menu dirancang dengan ikon dan tombol yang jelas agar pengguna dapat mengoperasikan aplikasi tanpa memerlukan pendampingan intensif dari orang dewasa.

3. Kebutuhan Keandalan

Aplikasi harus mampu mendeteksi marker secara stabil selama marker berada dalam jangkauan kamera dan kondisi pencahayaan yang memadai. Objek 3D dan audio pengucapan huruf diharapkan tetap muncul dengan konsisten selama proses pembelajaran berlangsung.

4. Kebutuhan Kompatibilitas

Aplikasi harus dapat dijalankan pada sistem operasi Android tanpa memerlukan perangkat tambahan atau sensor khusus. Aplikasi dikembangkan menggunakan Unity dan Vuforia sehingga kompatibel dengan berbagai tipe smartphone Android yang mendukung kamera.

5. Kebutuhan Keamanan

Aplikasi tidak memerlukan akses data pribadi pengguna dan tidak menyimpan informasi sensitif. Dengan demikian, aplikasi aman digunakan oleh anak usia dini tanpa risiko penyalahgunaan data.

6. Kebutuhan Tampilan

Tampilan aplikasi harus menggunakan warna dan desain yang ramah anak, serta menampilkan objek huruf hijaiyah 3D dengan ukuran dan warna yang jelas agar mudah dikenali dan menarik minat belajar pengguna.

3.4.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. LAPTOP-Vivobook Go E1404FA dengan spesifikasi AMD Ryzen 5 7520U dengan Radeon Graphics (2.80 GHz) dan RAM 16 GB.
2. Smartphone yang dilengkapi kamera sebagai perangkat uji coba aplikasi.

3.4.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

1. Unity 3D sebagai game engine.
2. Vuforia SDK sebagai library Augmented Reality.
3. Blender sebagai perangkat lunak pembuatan objek 3D.
4. Android SDK sebagai pendukung pengembangan aplikasi Android.

3.5 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, dilakukan perancangan alur kerja aplikasi secara keseluruhan untuk memudahkan proses implementasi pada tahap selanjutnya. Perancangan sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai bagaimana aplikasi Augmented Reality pembelajaran huruf hijaiyah bekerja, mulai dari pengguna membuka aplikasi hingga objek huruf hijaiyah ditampilkan ke dalam lingkungan nyata melalui kamera perangkat Android.

Perancangan sistem dilakukan agar proses pengembangan aplikasi dapat berjalan secara terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dengan adanya perancangan sistem yang jelas, pengembang dapat memahami hubungan antar komponen dalam aplikasi, seperti interaksi antara pengguna, sistem, marker, dan objek 3D huruf hijaiyah. Selain itu, perancangan sistem juga berfungsi untuk meminimalkan kesalahan pada saat implementasi serta memastikan bahwa

fungsifungsi yang telah direncanakan dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

Dalam penelitian ini, perancangan sistem digambarkan dalam bentuk alur proses yang menunjukkan langkah-langkah penggunaan aplikasi. Proses dimulai ketika pengguna menjalankan aplikasi, kemudian sistem akan menampilkan menu utama. Setelah pengguna memilih menu Augmented Reality, kamera perangkat akan aktif dan siap untuk mendeteksi marker huruf hijaiyah. Ketika marker terdeteksi oleh kamera, sistem akan melakukan proses tracking untuk menentukan posisi dan orientasi marker, selanjutnya menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi di atas marker secara real-time. Selain menampilkan objek 3D, aplikasi juga menyediakan audio pengucapan huruf untuk membantu pengguna memahami cara membaca huruf hijaiyah dengan benar.

Perancangan sistem ini disusun untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan mudah digunakan oleh anak usia dini, sesuai dengan tujuan penelitian sebagai media pembelajaran interaktif. Oleh karena itu, alur sistem dibuat sederhana, jelas, dan mudah dipahami oleh pengguna. Hasil dari perancangan sistem ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam tahap implementasi aplikasi Augmented Reality pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Android.

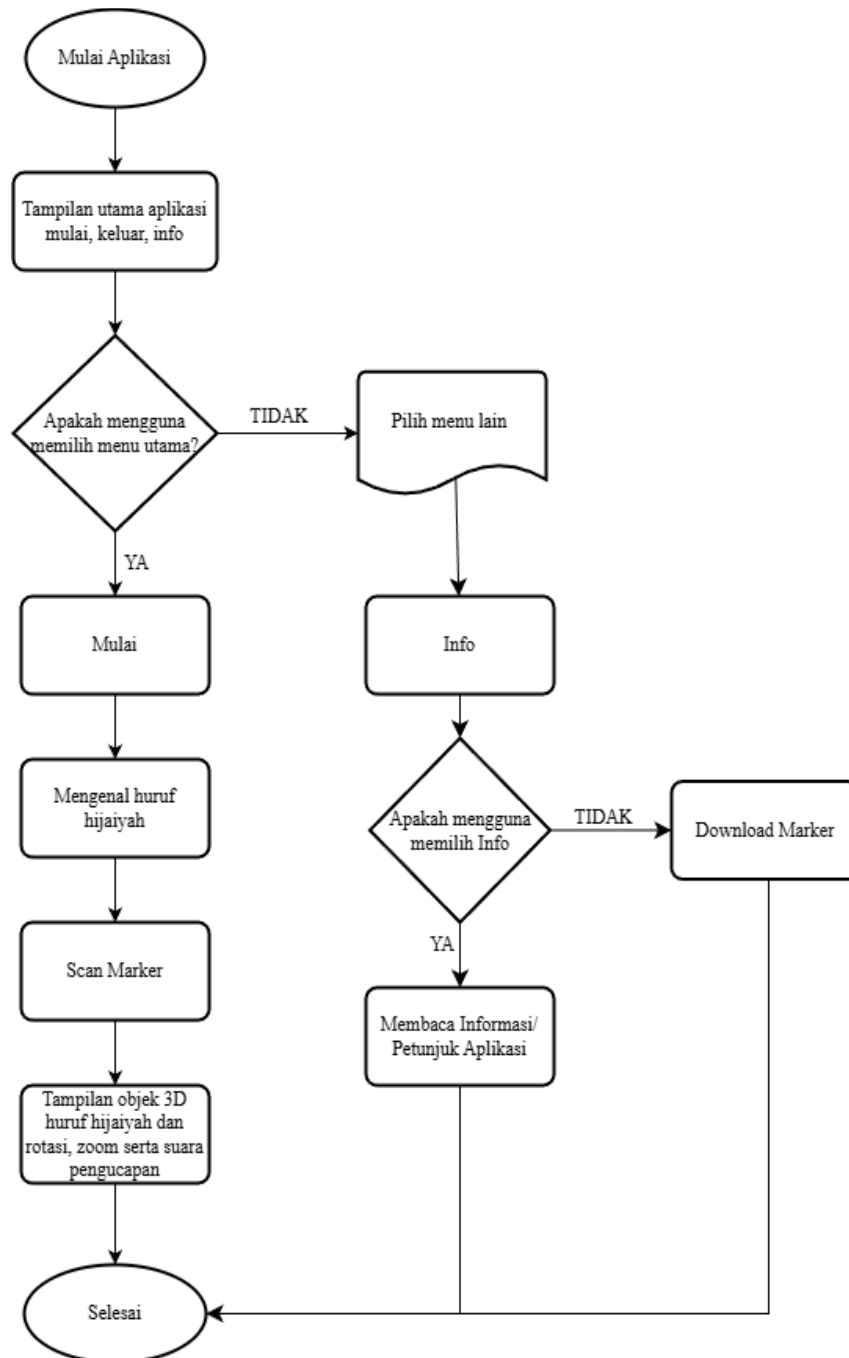
3.5.1 Alur Sistem Aplikasi

Alur Sistem Aplikasi digunakan untuk menggambarkan alur proses kerja aplikasi Augmented Reality pembelajaran huruf hijaiyah secara sistematis. Alur Sistem ini menunjukkan tahapan proses yang terjadi mulai dari pengguna membuka aplikasi, memilih menu yang tersedia, hingga sistem menampilkan objek huruf

hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi di atas marker yang terdeteksi oleh kamera perangkat Android.

Proses pada alur sistem diawali dengan pengguna menjalankan aplikasi, kemudian sistem akan menampilkan menu utama. Setelah pengguna memilih menu Augmented Reality, kamera perangkat akan aktif dan mulai melakukan pemindaian marker. Apabila marker huruf hijaiyah berhasil terdeteksi, sistem akan memproses marker tersebut dan menampilkan objek huruf hijaiyah 3D yang sesuai beserta audio pengucapan huruf. Namun, apabila marker tidak terdeteksi, maka sistem akan tetap berada pada kondisi pemindaian hingga marker dikenali dengan baik.

Dengan adanya alur sistem, alur kerja aplikasi dapat dipahami dengan lebih mudah baik oleh pengembang maupun pembaca, sehingga membantu dalam proses implementasi dan pengujian sistem. Alur sistem aplikasi ini juga berfungsi sebagai alat bantu untuk memastikan bahwa setiap proses dalam aplikasi berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3.4 Alur Sistem Aplikasi

Dibawah ini adalah Langkah-langkah penjelasan Alur Sistem Aplikasi:

1. Mulai Aplikasi

Pengguna menjalankan aplikasi Augmented Reality pada perangkat Android.

2. Tampilan Utama Aplikasi

Sistem menampilkan menu Mulai, Info, Keluar.

3. Pemilihan Menu oleh Pengguna?

Pengguna memilih menu salah satu yang tersedia pada tampilan utama aplikasi sesuai dengan kebutuhan.

- a. Jika YA, pengguna memilih menu Mulai.
- b. Jika TIDAK, pengguna diarahkan ke menu lain, yaitu Info.

4. Menu Info

Sistem akan menampilkan informasi perancang, petunjuk penggunaan, dan unduhan marker, setelah itu kembali ke menu utama.

- a. Jika YA, pengguna hanya membaca Informasi dan Petunjuk, setelah itu kembali ke menu utama.
- b. Jika TIDAK, pengguna akan diarahkan ke download marker.

5. Menu Mulai

Apabila pengguna memilih menu Mulai, sistem melanjutkan ke proses pembelajaran pengenalan huruf hijaiyah.

6. Scan Marker

Setelah memilih menu huruf hijaiyah, aplikasi akan meminta pengguna untuk melakukan pemindaian marker menggunakan kamera.

7. Menampilkan Objek 3D

Jika marker berhasil dikenali, aplikasi akan menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk 3D pada layar perangkat, disertai dengan fitur pendukung seperti audio pengucapan, rotasi dan zoom objek.

8. Selesai

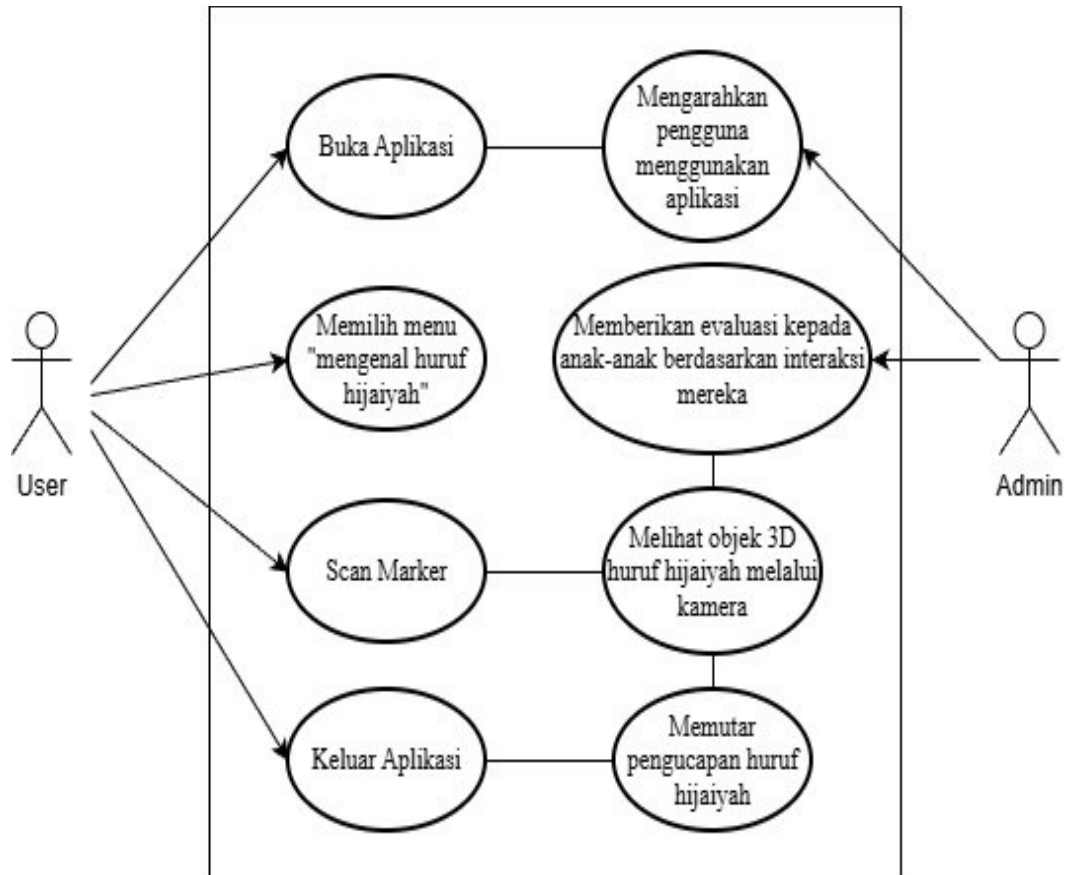
Proses belajar berakhir dan pengguna dapat kembali atau keluar dari aplikasi.

3.5.2 Diagram Use Case

Use Case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem dalam aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality. Diagram ini bertujuan untuk menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh pengguna serta hubungan antara pengguna dengan sistem aplikasi. Dalam penelitian ini, pengguna berperan sebagai aktor utama yang berinteraksi langsung dengan aplikasi.

Pada Use Case diagram, pengguna dapat melakukan beberapa aktivitas, antara lain membuka aplikasi, memilih menu Augmented Reality, memindai marker huruf hijaiyah, melihat objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi, serta mendengarkan audio pengucapan huruf. Setiap aktivitas tersebut merupakan fungsi penting yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran huruf hijaiyah secara interaktif dan menarik bagi anak usia dini.

Dengan adanya Use Case diagram, fungsi-fungsi sistem dapat diidentifikasi dengan jelas sehingga memudahkan proses pengembangan dan pengujian aplikasi. Use Case diagram ini juga membantu memastikan bahwa seluruh kebutuhan fungsional aplikasi telah terpenuhi sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3.5 Diagram Use Case

Dibawah ini adalah langkah-langkah penjelasan Diagram Use Case:

1. User Sistem

Sistem aplikasi ini melibatkan dua jenis user, yaitu user utama dan admin. User utama adalah anak usia dini yang menggunakan aplikasi pembelajaran, sedangkan admin berperan sebagai pengelola dan evaluator aplikasi

2. Membuka Aplikasi

Anak Usia Dini membuka aplikasi Augmented Reality pengenalan huruf hijaiyah pada perangkat Android untuk memulai pembelajaran.

3. Arahan Penggunaan Aplikasi

Guru berperan dalam mengarahkan Anak Usia Dini dalam menggunakan

aplikasi agar dapat mengikuti alur pembelajaran dengan benar.

4. Memilih Menu Mengenal Huruf Hijaiyah

Anak Usia Dini memilih menu Mengenal huruf hijaiyah untuk memulai proses pembelajaran.

5. Pemindaian Marker (Scan Marker)

Anak Usia Dini melakukan pemindaian marker huruf hijaiyah dengan mengarahkan kamera perangkat ke marker yang telah disediakan.

6. Menampilkan Objek 3D

Sistem menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk 3D melalui kamera setelah marker berhasil terdeteksi, yang dilengkapi dengan fitur rotasi dan zoom untuk memudahkan pengguna dalam mengamati bentuk huruf hijaiyah lebih jelas.

7. Pemutaran Suara Pengucapan

Sistem secara otomatis memutar suara pengucapan huruf hijaiyah sesuai dengan objek 3D yang ditampilkan untuk membantu pelafalan.

8. Evaluasi Interaksi Anak

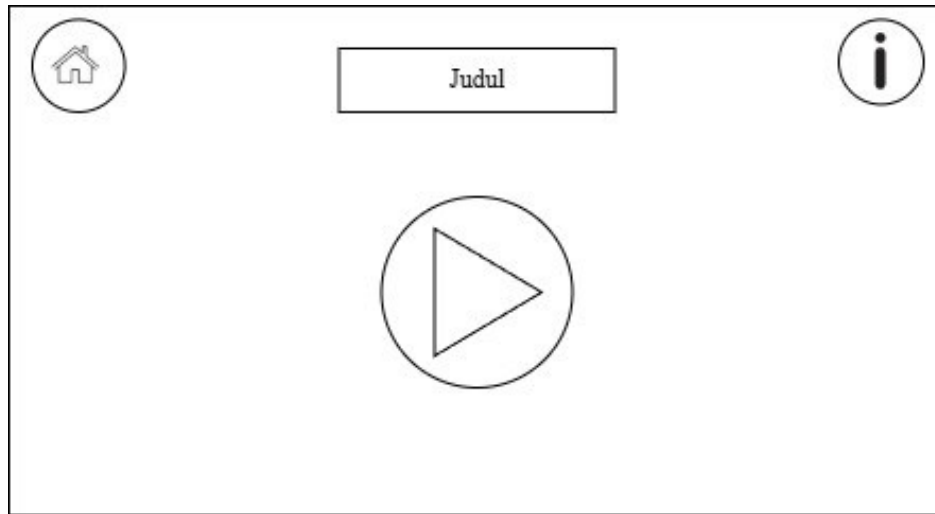
Guru memberikan evaluasi terhadap Anak Usia Dini berdasarkan interaksi mereka selama menggunakan aplikasi pembelajaran.

9. Keluar dari Aplikasi

Anak Usia Dini dapat keluar dari aplikasi setelah proses pembelajaran selesai.

3.6 Perancangan Antarmuka

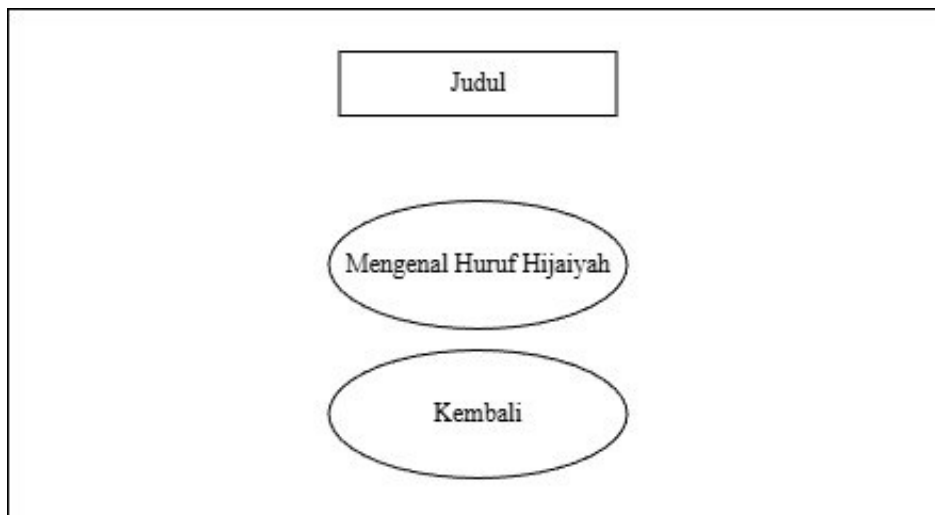
a. Halaman Utama



Gambar 3.6 Halaman Utama

Halaman Utama menampilkan 3 menu pilihan, yaitu menu Mulai, Info dan keluar.

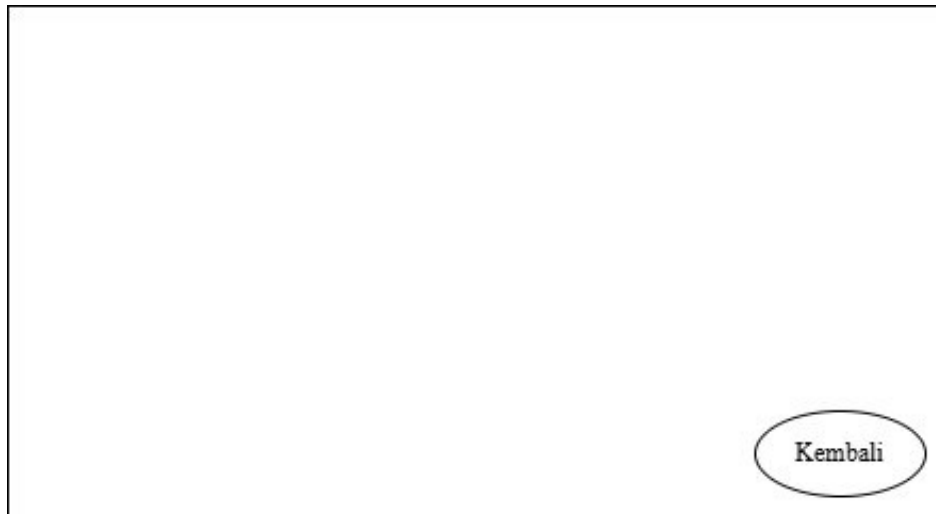
b. Halaman Mulai



Gambar 3.7 Halaman Mulai

Jika pengguna memilih menu mulai maka akan menampilkan menu mengenal huruf hijaiyah.

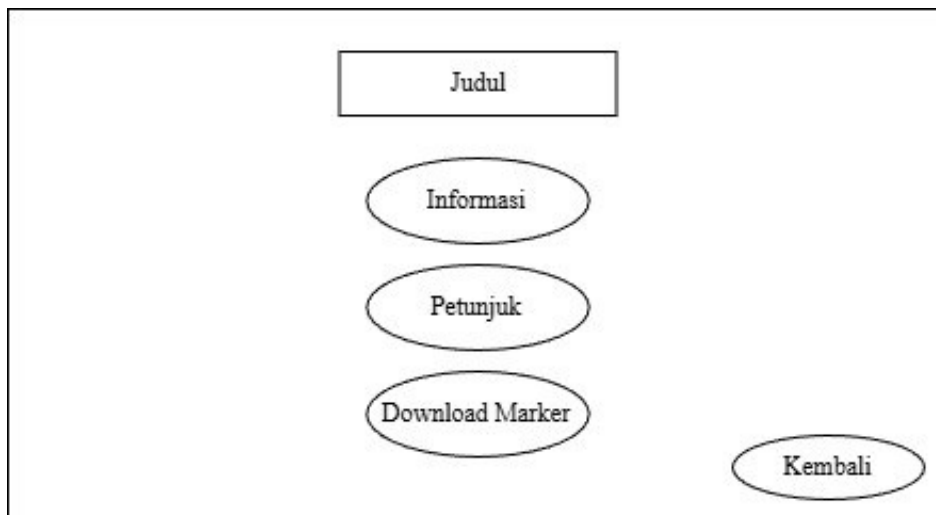
c. Halaman Mengenal Huruf Hijaiyah



Gambar 3.8 Halaman Mengenal Huruf Hijaiyah

Jika pengguna memilih menu mengenal huruf hijaiyah maka akan menampilkan gambar 3D.

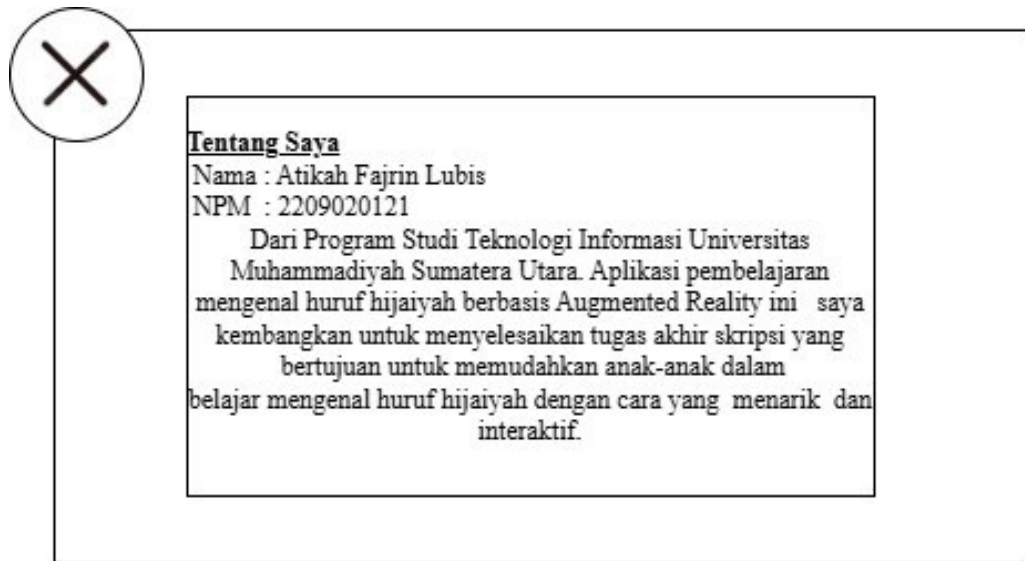
d. Halaman Info



Gambar 3.9 Halaman Info

Jika pengguna memilih menu info maka akan menampilkan Informasi, Petunjuk, Download Marker dan Kembali.

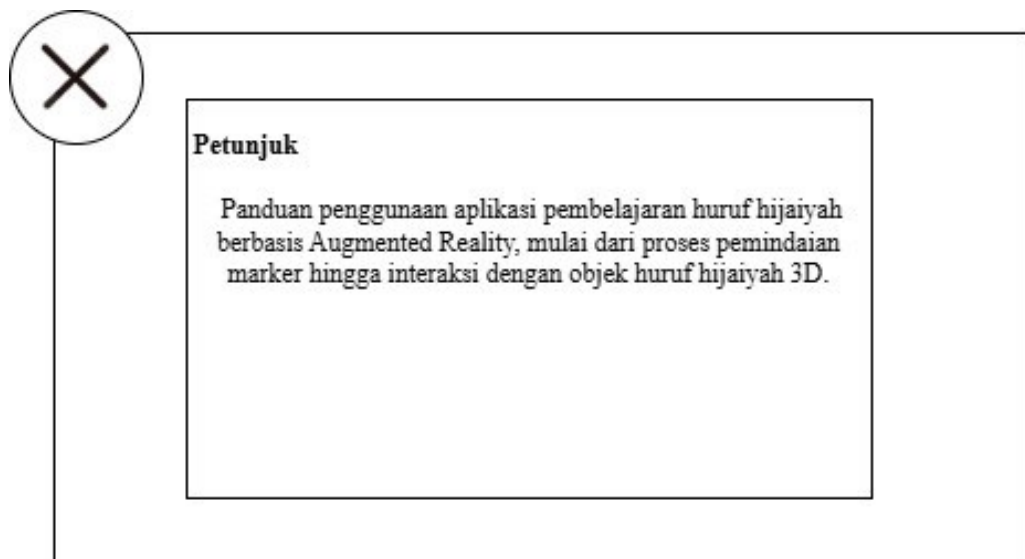
e. Halaman Informasi



Gambar 3.10 Halaman Informasi

Menu informasi berisi tentang biodata penulis.

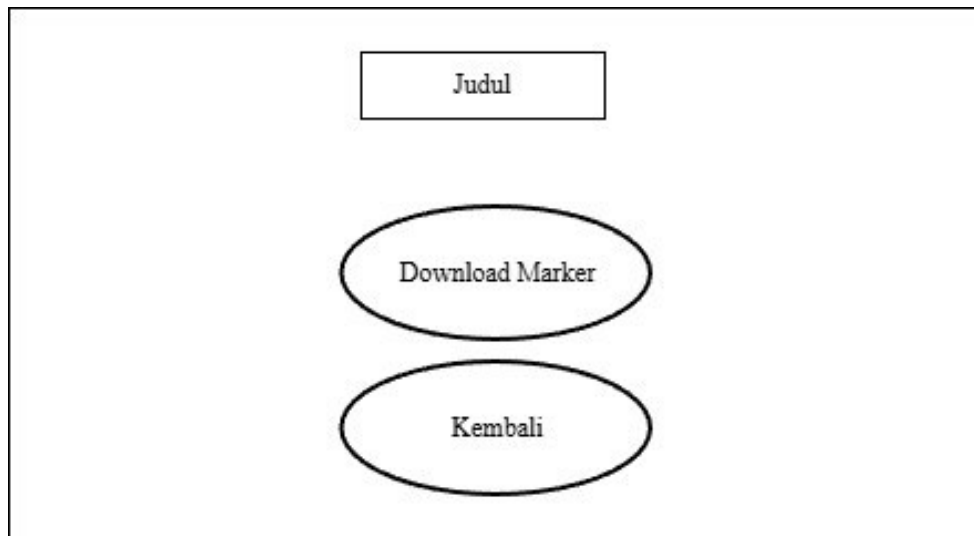
f. Halaman Petunjuk



Gambar 3.11 Halaman Petunjuk

Pada Menu petunjuk menyediakan panduan penggunaan aplikasi yang bertujuan membantu pengguna memahami cara kerja sistem.

g. Halaman Download Marker



Gambar 3.12 Download Marker

3.7 Perancangan Marker

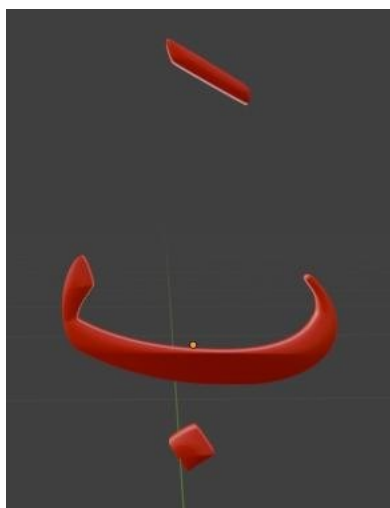
Marker dirancang dalam bentuk gambar huruf hijaiyah yang memiliki karakteristik visual yang jelas, seperti kontras warna yang cukup, bentuk yang mudah dikenali, serta detail visual yang tidak terlalu kompleks. Perancangan marker dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan kamera perangkat Android dan sistem pendeteksian pada Vuforia agar marker dapat dikenali secara cepat dan stabil. Marker yang baik akan mempengaruhi keberhasilan proses pendeteksian dan kestabilan objek 3D yang ditampilkan.

Setelah marker dirancang, marker tersebut diunggah ke dalam database Vuforia untuk dilakukan proses analisis kualitas marker. Vuforia akan memberikan penilaian kualitas marker dalam bentuk rating bintang yang menunjukkan tingkat kemudahan marker untuk dikenali oleh sistem. Marker dengan kualitas yang baik akan memiliki nilai rating yang tinggi, sehingga mampu meningkatkan akurasi dan kestabilan penampilan objek 3D huruf hijaiyah. Marker yang telah memenuhi

kriteria kualitas selanjutnya digunakan sebagai penanda utama dalam aplikasi Augmented Reality pembelajaran huruf hijaiyah.

3.7.1 Perancangan Objek 3D Huruf Hijaiyah

Objek 3D huruf hijaiyah dibuat menggunakan perangkat lunak Blender dengan memperhatikan bentuk dasar dan keterbacaan setiap huruf agar mudah dikenali oleh anak usia dini. Proses pembuatan objek 3D dilakukan dengan menyesuaikan karakteristik huruf hijaiyah yang memiliki bentuk lengkung dan detail tertentu, sehingga tampilan huruf tetap akurat dan menarik secara visual. Selain itu, pembuatan objek 3D juga memperhatikan ukuran dan tingkat kompleksitas model agar aplikasi dapat berjalan dengan lancar pada perangkat Android. Setelah proses pemodelan selesai, objek 3D diekspor ke dalam format file yang kompatibel dengan Unity, seperti FBX, sehingga dapat diintegrasikan dengan sistem Augmented Reality dan ditampilkan di atas marker melalui kamera perangkat.



Gambar 3.13 Contoh Objek 3D

3.8 Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Blackbox Testing. Metode Blackbox Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi-fungsi sistem tanpa melihat struktur kode program di dalam aplikasi. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati keluaran (output) yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan masukan (input) yang diberikan oleh pengguna.

Penggunaan metode Blackbox Testing dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fitur pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang telah ditetapkan. Pengujian difokuskan pada fungsi utama aplikasi, seperti kemampuan kamera Augmented Reality dalam mendeteksi marker, penampilan objek 3D huruf hijaiyah, pemutaran audio pengucapan huruf, serta kestabilan aplikasi saat digunakan. Dengan melalui pengujian ini, dapat diketahui apakah aplikasi telah berfungsi dengan baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran alternatif bagi anak usia dini.

3.8.1 Skenario Pengujian

Skenario pengujian disusun berdasarkan fungsi-fungsi utama yang terdapat pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality. Setiap skenario pengujian dirancang untuk menguji satu fungsi tertentu dengan memberikan masukan berupa tindakan pengguna, kemudian mengamati hasil yang ditampilkan oleh sistem.

Skenario pengujian dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan, antara lain:

1. Pengujian pembukaan aplikasi dan tampilan menu utama.
2. Pengujian pendeteksian marker huruf hijaiyah oleh kamera.
3. Pengujian penampilan objek 3D huruf hijaiyah di atas marker yang dilengkapi dengan fitur rotasi dan zoom.
4. Pengujian pemutaran audio pengucapan huruf hijaiyah.
5. Pengujian navigasi menu.
6. Pengujian kestabilan aplikasi saat dijalankan dalam beberapa kali penggunaan.

Setiap skenario pengujian dilakukan secara berulang untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh bersifat konsisten dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Tabel 3.1 Skenario Pengujian Aplikasi

No	Fitur Yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Status
1	Pembukaan Aplikasi	Aplikasi dijalankan pada perangkat Android	Aplikasi terbuka dan menampilkan menu utama	Belum diuji
2	Pendeteksi Marker Huruf Hijaiyah	Marker Huruf Hijaiyah diarahkan ke kamera	Marker berhasil terdeteksi oleh sistem	Belum diuji
3	Tampilan objek 3D Huruf Hijaiyah	Marker berhasil dikenali	Objek 3D Huruf Hijaiyah muncul jelas di atas Marker, yang dilengkapi dengan fitur rotasi dan zoom	Belum diuji
4	Audio pengucapan Huruf Hijaiyah	Pengguna menekan tombol audio	Audio pengucapan huruf terdengar dengan jelas	Belum diuji

5	Navigasi Menu	Pengguna membuka dan berpindah menu	Seluruh menu berfungsi dengan baik	Belum diuji
6	Stabilitas Aplikasi	Aplikasi digunakan selama ± 30 menit	Aplikasi berjalan stabil tanpa crash	Belum diuji
7	Usability Anak Paud	Anak mencoba menggunakan Aplikasi dengan pendamping	Anak dapat menggunakan Aplikasi tanpa kebingungan	Belum diuji

3.8.2 Parameter keberhasilan

Parameter keberhasilan digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Parameter keberhasilan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan keberhasilan fungsi-fungsi utama aplikasi.

Adapun parameter keberhasilan yang digunakan meliputi:

1. Marker huruf hijaiyah berhasil terdeteksi oleh kamera Augmented Reality.
 2. Objek 3D huruf hijaiyah muncul dengan benar di atas marker sesuai dengan huruf yang dipindai.
 3. Audio pengucapan huruf hijaiyah dapat diputar dengan jelas dan sesuai dengan objek yang ditampilkan.
 4. Aplikasi dapat dijalankan tanpa mengalami error, baik saat membuka 5 aplikasi, melakukan pemindaian marker, maupun saat berpindah menu.
- Apabila seluruh parameter tersebut dapat terpenuhi, maka aplikasi dinyatakan berhasil dan layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality.

3.8.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian pada tahap pengujian adalah anak usia dini yang digunakan dalam skala terbatas. Pemilihan subjek ini disesuaikan dengan tujuan utama penelitian, yaitu untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah yang ditujukan bagi anak usia dini.

Pengujian dilakukan dengan pendampingan oleh peneliti untuk memastikan bahwa anak dapat menggunakan aplikasi dengan aman dan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Subjek penelitian diminta untuk mencoba menggunakan aplikasi, mulai dari membuka aplikasi, mengarahkan kamera ke marker, hingga melihat dan mendengarkan huruf hijaiyah yang ditampilkan.

Hasil penggunaan aplikasi oleh subjek penelitian kemudian dicatat dan dianalisis untuk mengetahui apakah aplikasi dapat digunakan dengan mudah serta berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan pengguna.

3.8.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan menghitung persentase keberhasilan fungsi aplikasi berdasarkan hasil pengujian Blackbox Testing yang telah dilakukan.

Setiap fungsi aplikasi yang diuji akan diberi penilaian berhasil atau tidak berhasil. Selanjutnya, persentase keberhasilan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{jumlah fungsi yang berhasil}}{\text{jumlah seluruh fungsi yang diuji}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase keberhasilan digunakan untuk menentukan tingkat keberhasilan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented

Reality. Semakin tinggi persentase keberhasilan yang diperoleh, maka semakin baik kinerja aplikasi dalam menjalankan fungsi-fungsi yang telah dirancang.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian dan Keberhasilan Aplikasi

Persentase Keberhasilan	Kategori
81% – 100%	Sangat Layak
61% – 80%	Layak
41% – 60%	Cukup Layak
≤40%	Tidak Layak

3.9 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian				
		November	Desember	Januari	Februari	Maret
1	Observasi dan Analisis					
2	Pembuatan Proposal					
3	Bimbingan Proposal					
4	Seminar Proposal					
5	Riset					
6	Penyusunan Skripsi					

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan secara menyeluruh hasil penelitian yang telah dilakukan beserta pembahasan terhadap temuan yang diperoleh selama proses penelitian. Hasil penelitian yang disajikan mencakup proses implementasi aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality dengan menggunakan metode Marker-Based Tracking pada platform Android, serta hasil pengujian sistem yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dan kelayakan aplikasi. Selain itu, pada bab ini juga dijelaskan analisis terhadap hasil pengujian tersebut guna memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai efektivitas aplikasi dalam mendukung proses pembelajaran.

Pembahasan yang dilakukan tidak hanya berfokus pada aspek teknis implementasi, tetapi juga diarahkan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Melalui pembahasan ini, peneliti berupaya untuk mengetahui sejauh mana aplikasi yang dikembangkan mampu memberikan kontribusi dalam meningkatkan minat dan pemahaman anak usia dini terhadap huruf hijaiyah. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi Augmented Reality dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan efektif dibandingkan metode konvensional.

Penyajian hasil penelitian dilakukan secara sistematis dan terstruktur sesuai dengan tahapan penelitian yang telah dijelaskan pada Bab III. Proses penyajian dimulai dari hasil implementasi sistem yang mencakup pengembangan aplikasi secara keseluruhan, kemudian dilanjutkan dengan implementasi antarmuka yang

menggambarkan tampilan dan interaksi pengguna dengan aplikasi. Selanjutnya, disajikan hasil pengujian sistem yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan fungsi-fungsi aplikasi, baik dari segi teknis maupun dari sisi pengguna.

Selain itu, hasil pengujian tersebut dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan aplikasi yang dikembangkan. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan tujuan penelitian serta teori dan penelitian terdahulu yang relevan. Dengan adanya pembahasan yang komprehensif ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai kinerja aplikasi serta potensi pengembangannya di masa yang akan datang.

Dengan demikian, bab ini menjadi bagian penting dalam penelitian karena berfungsi sebagai jembatan antara perancangan sistem yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dengan kesimpulan yang akan diambil pada bab selanjutnya. Hasil dan pembahasan yang disajikan diharapkan mampu memberikan gambaran nyata mengenai implementasi teknologi Augmented Reality dalam pembelajaran huruf hijaiyah serta manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan aplikasi tersebut.

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality yang dapat dijalankan pada perangkat Android. Aplikasi ini dikembangkan dengan tujuan untuk membantu anak usia dini dalam mengenal huruf hijaiyah secara lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

Proses implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa teknologi dan perangkat lunak yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Unity digunakan sebagai game engine utama yang berfungsi untuk mengelola tampilan, interaksi, serta logika aplikasi. Vuforia SDK digunakan sebagai pendukung teknologi Augmented Reality untuk mendeteksi marker dan menampilkan objek virtual secara real-time. Sementara itu, Blender digunakan untuk membuat objek tiga dimensi huruf hijaiyah yang akan ditampilkan dalam aplikasi.

Dalam proses implementasi, setiap komponen sistem dihubungkan sehingga dapat bekerja secara terintegrasi. Marker yang telah dirancang sebelumnya diunggah ke dalam database Vuforia, kemudian dikaitkan dengan objek 3D huruf hijaiyah di dalam Unity. Ketika kamera perangkat mendeteksi marker, sistem secara otomatis akan menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi di atas marker tersebut.

Selain menampilkan objek 3D, aplikasi juga dilengkapi dengan fitur audio pengucapan huruf hijaiyah. Fitur ini berfungsi untuk membantu pengguna dalam memahami cara pelafalan huruf dengan benar. Dengan demikian, pengguna tidak hanya belajar mengenali bentuk huruf, tetapi juga cara membacanya.

Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur interaktif seperti rotasi dan zoom pada objek 3D. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melihat huruf dari berbagai sudut pandang sehingga dapat meningkatkan pemahaman terhadap bentuk huruf hijaiyah.

4.1.1 Hasil Implementasi Antarmuka (*User Interface*)



Gambar 4. 1 Halaman Utama

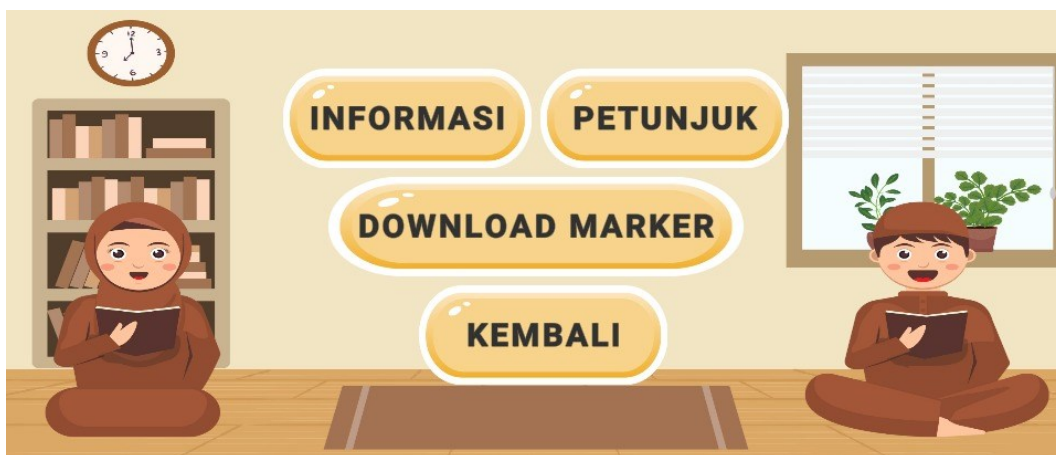
Gambar 4.1 menunjukkan halaman utama aplikasi menampilkan judul “Mengenalkan Huruf Hijaiyah dengan Augmented Reality” yang dilengkapi dengan tombol play sebagai navigasi utama untuk memulai pembelajaran. Selain itu, terdapat tombol tambahan berupa ikon rumah untuk keluar dari aplikasi dan ikon info yang mengarahkan pengguna ke halaman menu lainnya.



Gambar 4. 2 Halaman Mulai

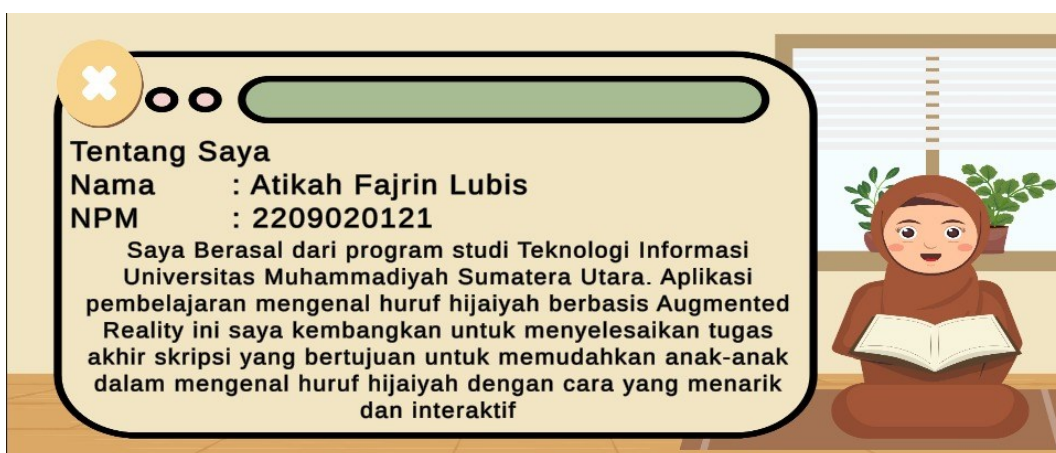
Pada gambar 4.2 memperlihatkan Antarmuka aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality dirancang dengan tampilan yang sederhana, menarik, dan mudah digunakan oleh anak usia dini. Desain antarmuka

menggunakan elemen visual berupa ilustrasi karakter anak serta warna yang cerah untuk meningkatkan daya tarik pengguna. Pada halaman ini pengguna akan diarahkan langsung ke ikon mengenal huruf hijaiyah yang akan menampilkan gambar 3d.



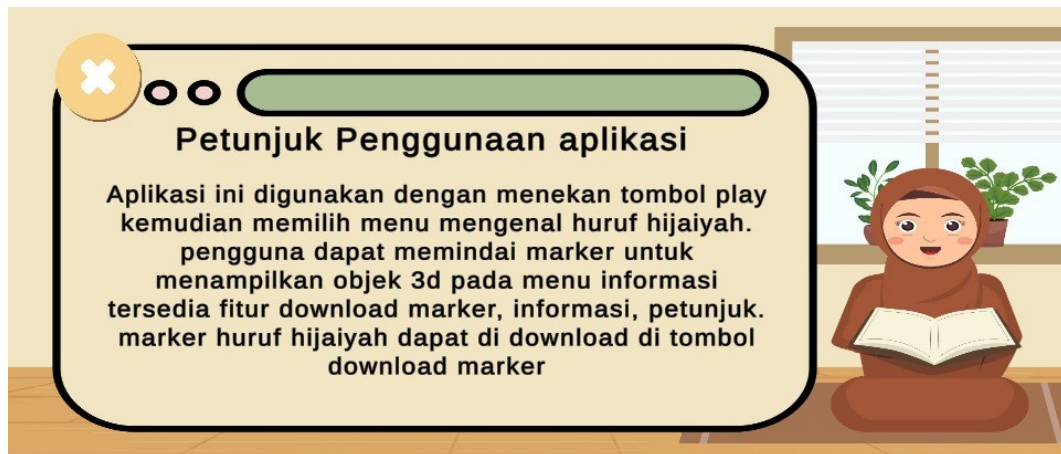
Gambar 4. 3 Halaman Info

Pada halaman menu info, tersedia beberapa pilihan menu yaitu Informasi, Petunjuk, Download Marker, dan Kembali. Menu Informasi berisi data pembuat aplikasi, menu Petunjuk berisi cara penggunaan aplikasi, serta menu Download Marker digunakan untuk mengunduh marker huruf hijaiyah yang akan digunakan dalam proses Augmented Reality.



Gambar 4. 4 Halaman Informasi

Gambar 4.4 adalah halaman Informasi berupa data diri pembuat aplikasi.



Gambar 4. 5 Halaman Petunjuk

Gambar 4.5 adalah halaman petunjuk penggunaan menjelaskan langkah-langkah penggunaan aplikasi, mulai dari menekan tombol play, memilih menu mengenal huruf hijaiyah, hingga melakukan pemindaian marker untuk menampilkan objek tiga dimensi. Hal ini bertujuan untuk membantu pengguna memahami alur penggunaan aplikasi secara sistematis.



Gambar 4. 6 Menu Download Marker

Pada halaman download marker, pengguna dapat mengunduh marker yang diperlukan sebagai media pendeteksi dalam sistem Augmented Reality. Marker ini

berfungsi sebagai penanda yang akan dikenali oleh kamera untuk menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi.

Secara keseluruhan, antarmuka aplikasi telah diimplementasikan sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan pada Bab III dan mampu mendukung interaksi pengguna dengan sistem secara sederhana dan efektif.

4.1.2 Hasil Implementasi Marker dan Objek 3D

Marker yang digunakan dalam aplikasi ini dirancang dalam bentuk gambar huruf hijaiyah dengan kontras warna yang jelas. Hal ini bertujuan agar marker mudah dikenali oleh sistem. Marker kemudian diunggah ke dalam Vuforia untuk dianalisis kualitasnya.

Berdasarkan hasil implementasi, marker dengan tingkat kontras yang tinggi memiliki kemampuan deteksi yang lebih baik dibandingkan marker yang memiliki detail visual yang kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa desain marker sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek.

Objek 3D huruf hijaiyah dibuat menggunakan Blender dengan mempertimbangkan bentuk asli huruf serta tingkat keterbacaan. Objek dirancang agar tidak terlalu kompleks sehingga tetap ringan saat dijalankan pada perangkat Android.

Setelah proses pembuatan selesai, objek 3D diekspor ke dalam format yang kompatibel dengan Unity dan kemudian diintegrasikan ke dalam sistem. Setiap objek dihubungkan dengan marker tertentu sehingga dapat ditampilkan sesuai dengan marker yang dipindai.

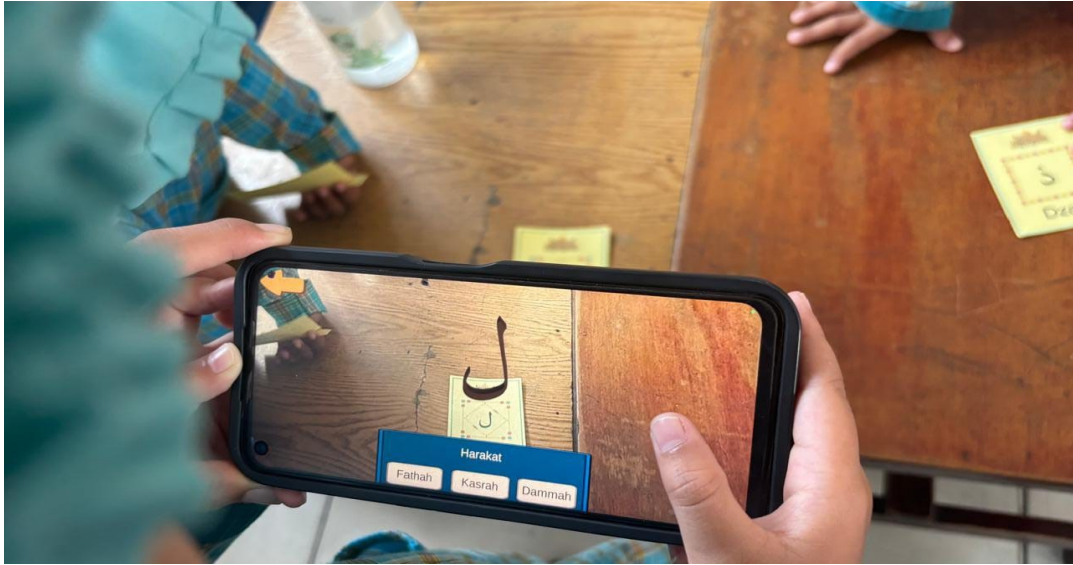
4.1.3 Hasil Implementasi Augmented Reality (*Scan Marker*)

Pada tahap implementasi Augmented Reality, sistem diuji dengan melakukan pemindaian marker menggunakan kamera perangkat Android. Proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah marker yang telah dirancang dapat dikenali oleh sistem dan mampu menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi.

Ketika marker diarahkan ke kamera, sistem akan melakukan proses deteksi dan tracking berdasarkan pola marker yang telah tersimpan dalam database Vuforia. Setelah marker berhasil dikenali, objek huruf hijaiyah akan muncul secara real-time di atas marker sesuai dengan posisi dan orientasinya.

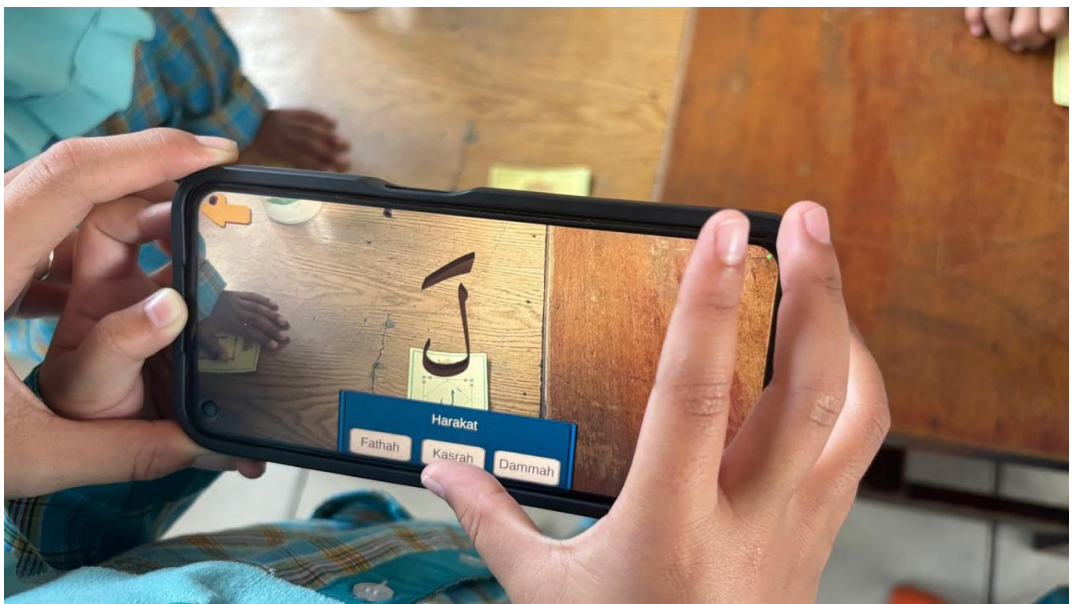
Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi dengan baik dan stabil. Objek yang ditampilkan juga mengikuti pergerakan marker secara dinamis, sehingga memberikan pengalaman visual yang interaktif.

Selain itu, objek huruf hijaiyah yang muncul juga dilengkapi dengan audio pengucapan huruf, sehingga pengguna tidak hanya melihat bentuk huruf tetapi juga dapat mendengar cara pelafalannya.



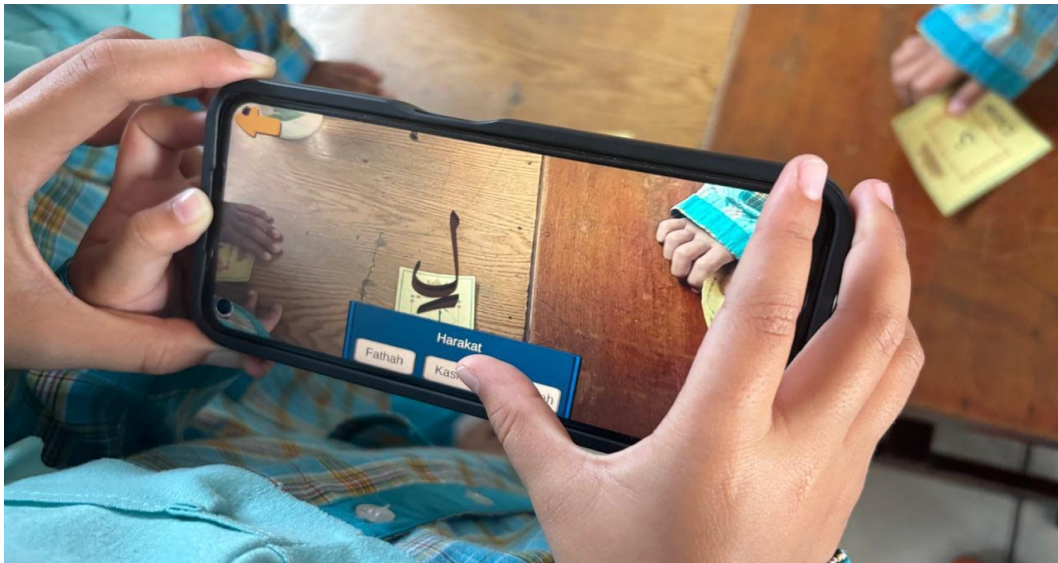
Gambar 4. 7 Implementasi Variasi Huruf Hijaiyah (لَ لِ لُ لْ)

Pada gambar 4.7 ditampilkan keseluruhan variasi huruf lam dengan berbagai harakat yaitu fathah (لَ), kasrah (لِ), dhammah (لُ), dan huruf tanpa harakat (لْ). Gambar ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu menyajikan perbedaan bentuk dan bunyi huruf secara komprehensif. Dengan demikian, pengguna dapat memahami perubahan bunyi huruf berdasarkan harakat secara lebih sistematis dan aplikatif.



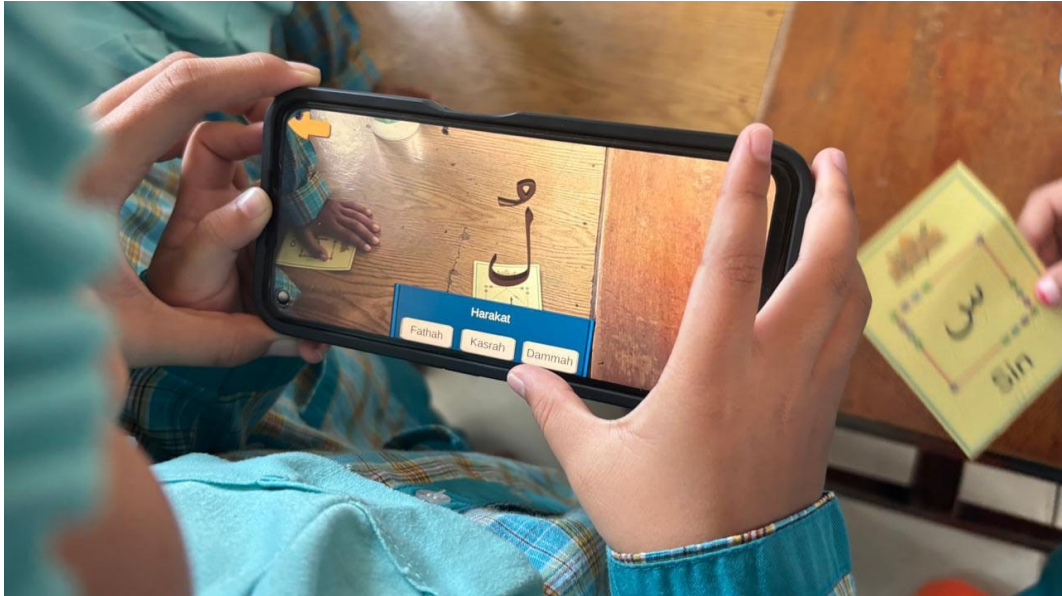
Gambar 4. 8 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Fathah (لَ)

Pada gambar 4.8 ditampilkan proses penggunaan aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality ketika pengguna memindai marker huruf lam berharakat fathah (ﻻ). Aplikasi menampilkan objek huruf secara tiga dimensi di layar smartphone sehingga pengguna dapat melihat bentuk huruf secara lebih jelas dan interaktif. Fitur ini membantu anak dalam mengenali bunyi “la” serta memperkuat pemahaman melalui visualisasi langsung.



Gambar 4. 9 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Kasrah (ﻻ)

Pada gambar 4.9 ditunjukkan tampilan aplikasi saat marker huruf lam berharakat kasrah (ﻻ) dipindai. Aplikasi menampilkan huruf dengan harakat kasrah disertai informasi tambahan seperti pelafalan. Visualisasi ini memudahkan pengguna, khususnya anak usia dini, dalam membedakan bunyi “li” dengan harakat lainnya melalui pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan.



Gambar 4. 10 Implementasi Huruf Hijaiyah Berharakat Dhammah (◌ُ)

Pada gambar 4.10 memperlihatkan penggunaan aplikasi dalam mengenalkan huruf lam berharakat dhammah (◌ُ). Saat marker diarahkan ke kamera, sistem menampilkan objek huruf beserta harakat dhammah yang menghasilkan bunyi “lu”. Penggunaan teknologi Augmented Reality ini memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret sehingga membantu meningkatkan daya ingat dan pemahaman pengguna.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah Blackbox Testing, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsi aplikasi tanpa melihat struktur kode program.

Pengujian dilakukan terhadap seluruh fitur utama aplikasi, mulai dari pembukaan aplikasi hingga penggunaan fitur Augmented Reality.

4.2.1 Hasil Pengujian Fungsional

Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi

No	Fitur yang Diuji	Hasil	Status
1	Pembukaan aplikasi	Aplikasi berjalan dengan baik	Berhasil
2	Deteksi marker	Marker dikenali dengan baik	Berhasil
3	Tampilan objek 3D	Objek tampil sesuai marker	Berhasil
4	Audio	Audio terdengar jelas	Berhasil
5	Navigasi menu	Menu berjalan normal	Berhasil
6	Stabilitas aplikasi	Tidak terjadi error	Berhasil
7	Usability	Mudah digunakan anak	Berhasil

4.2.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Aplikasi mampu mendeteksi marker dengan baik dan menampilkan objek 3D secara stabil.

Namun, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja aplikasi, yaitu kondisi pencahayaan, jarak kamera, serta kualitas perangkat yang digunakan. Pada kondisi pencahayaan yang kurang, proses pendeteksian marker menjadi sedikit lebih lambat.

4.2.3 Perhitungan Tingkat Keberhasilan

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \left(\frac{\text{jumlah fitur berhasil}}{\text{jumlah fitur diuji}} \right) \times 100\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh fitur berhasil dijalankan dengan baik, sehingga aplikasi memiliki tingkat keberhasilan yang sangat tinggi dan termasuk dalam kategori sangat layak.

4.2.4 Analisis Kelayakan Sistem Berdasarkan Blackbox Testing

Pengujian sistem dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Blackbox Testing yang berfokus pada pengujian fungsi-fungsi utama aplikasi tanpa melihat struktur kode program. Pengujian dilakukan dengan memberikan input berupa tindakan pengguna dan mengamati output yang dihasilkan oleh sistem.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Aplikasi mampu menampilkan menu utama, mendeteksi marker, menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi, serta memutar audio pengucapan huruf dengan baik. Selain itu, sistem juga menunjukkan tingkat kestabilan yang baik selama digunakan. Tidak ditemukan kesalahan (error) atau gangguan yang signifikan yang dapat menghambat proses penggunaan aplikasi.

Perlu ditegaskan bahwa penelitian ini tidak melakukan pengujian usability atau evaluasi terhadap tingkat kepuasan pengguna, karena fokus penelitian berada pada pengujian kinerja sistem dari sisi fungsionalitas. Oleh karena itu, pengujian dilakukan menggunakan metode Blackbox Testing sesuai dengan metodologi yang telah dijelaskan pada Bab III.

Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, aplikasi dapat dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality.

4.2.5 Pembahasan Kemudahan Penggunaan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, aplikasi menunjukkan alur penggunaan yang sederhana dan mudah dipahami. Pengguna dapat menjalankan aplikasi mulai dari membuka aplikasi, memilih menu, hingga melakukan pemindaian marker untuk menampilkan objek huruf hijaiyah.

Struktur navigasi yang tidak kompleks serta tampilan antarmuka yang jelas menjadi faktor utama yang mendukung kemudahan penggunaan aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan sistem yang telah dilakukan pada Bab III berhasil diimplementasikan dengan baik.

Meskipun demikian, dalam proses penggunaan awal, pengguna masih memerlukan arahan terutama dalam proses pemindaian marker agar posisi kamera sesuai dan objek dapat terdeteksi dengan optimal.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode Blackbox Testing, seluruh fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Sistem mampu mendeteksi marker, menampilkan objek tiga dimensi, serta memutar audio dengan baik tanpa mengalami kesalahan yang signifikan.

Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Respon Pengguna

No	Indikator	Total Skor
1	Kemudahan penggunaan	110
2	Tampilan menarik	105
3	Membantu pembelajaran	108
4	Menyenangkan digunakan	107
Total		430

Perhitungan Persentase Respon Pengguna

Diketahui:

Jumlah responden = 30 anak

Jumlah indikator = 4

Skor maksimal = $30 \times 4 \times 4 = 480$

Rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Total Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Perhitungan:

$$\text{Persentase} = \frac{430}{480} \times 100\% = 89.6\%$$

Kategori Penilaian

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai sebesar 89.6%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori Sangat Baik, yang menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat usability yang tinggi serta mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik bagi pengguna.

4.2.6 Analisis Respon Pengguna

Berdasarkan hasil pengujian respon pengguna, dapat diketahui bahwa aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis Augmented Reality mendapatkan respon yang sangat positif dari anak usia dini.

Indikator kemudahan penggunaan memperoleh nilai yang tinggi, yang menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan dengan baik oleh anak-anak meskipun tanpa pemahaman teknologi yang mendalam. Hal ini menunjukkan bahwa desain antarmuka yang sederhana dan intuitif telah berhasil diterapkan dalam aplikasi.

Indikator tampilan menarik juga memperoleh nilai yang tinggi, yang menunjukkan bahwa visualisasi objek 3D serta penggunaan warna yang sesuai mampu menarik perhatian anak-anak. Hal ini menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan minat belajar.

Selain itu, indikator membantu pembelajaran menunjukkan bahwa aplikasi mampu membantu anak dalam mengenal huruf hijaiyah dengan lebih mudah. Visualisasi 3D dan audio pengucapan huruf memberikan pengalaman belajar yang lebih lengkap dibandingkan metode konvensional.

Indikator menyenangkan digunakan juga menunjukkan hasil yang tinggi, yang berarti anak-anak merasa senang saat menggunakan aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai media yang menyenangkan bagi pengguna.

Hasil pengujian respon pengguna menunjukkan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran huruf hijaiyah. Aplikasi ini mampu meningkatkan minat belajar anak karena menghadirkan pengalaman belajar yang berbeda dari metode konvensional.

Dengan adanya objek 3D dan audio, anak-anak dapat belajar secara visual dan auditori secara bersamaan. Hal ini sesuai dengan karakteristik pembelajaran anak usia dini yang lebih mudah memahami materi melalui media yang menarik dan interaktif.

Selain itu, hasil ini juga memperkuat bahwa metode Marker-Based Tracking yang digunakan dalam penelitian ini dapat diimplementasikan dengan baik sebagai media pembelajaran berbasis teknologi.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Hasil Implementasi

Hasil implementasi yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan perancangan sistem yang telah dijelaskan pada Bab III. Seluruh tahapan yang direncanakan sebelumnya, mulai dari perancangan marker, pembuatan objek tiga dimensi, hingga integrasi sistem menggunakan Unity dan Vuforia, berhasil direalisasikan dengan baik ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat Android.

Sistem yang dibangun mampu mengintegrasikan teknologi Augmented Reality dengan metode Marker-Based Tracking secara efektif. Hal ini terlihat dari kemampuan aplikasi dalam mendeteksi marker yang telah dirancang sebelumnya, kemudian memproses informasi tersebut untuk menentukan posisi dan orientasi marker secara akurat. Proses ini berlangsung secara real-time melalui kamera perangkat, sehingga objek virtual dapat ditampilkan secara langsung di atas marker tanpa adanya jeda yang signifikan.

Aplikasi yang dikembangkan juga mampu menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk tiga dimensi dengan baik. Objek yang ditampilkan tidak hanya muncul secara visual, tetapi juga mengikuti pergerakan marker secara dinamis. Ketika marker digerakkan atau diputar, objek 3D yang ditampilkan akan menyesuaikan posisi dan sudut pandangnya, sehingga memberikan pengalaman interaksi yang lebih nyata bagi pengguna.

Selain itu, kestabilan objek dalam proses penampilan juga menunjukkan bahwa metode Marker-Based Tracking yang digunakan mampu bekerja secara optimal. Objek huruf hijaiyah tetap terlihat jelas dan tidak mudah bergeser selama

marker masih berada dalam jangkauan kamera dengan kondisi pencahayaan yang memadai. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang cukup baik dalam menampilkan objek virtual.

Secara keseluruhan, hasil implementasi ini menunjukkan bahwa teknologi Augmented Reality yang diterapkan dalam aplikasi mampu berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara perangkat lunak dan metode yang digunakan berhasil menghasilkan sebuah media pembelajaran yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik bagi pengguna, khususnya anak usia dini dalam mengenal huruf hijaiyah.

4.3.2 Pembahasan Efektivitas Pembelajaran

Penggunaan teknologi Augmented Reality dalam aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini menunjukkan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan daya tarik pembelajaran, khususnya bagi anak usia dini. Hal ini dapat dilihat dari respon pengguna yang cenderung lebih antusias saat berinteraksi dengan aplikasi dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Kehadiran visualisasi huruf hijaiyah dalam bentuk objek tiga dimensi memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik karena mampu merangsang rasa ingin tahu dan perhatian anak secara lebih optimal.

Visualisasi 3D yang ditampilkan tidak hanya bersifat statis, tetapi juga interaktif, sehingga memungkinkan anak untuk melihat bentuk huruf dari berbagai sudut pandang melalui fitur rotasi dan zoom. Interaktivitas ini memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam karena anak tidak hanya menghafal bentuk huruf, tetapi juga dapat mengamati struktur huruf secara lebih jelas dan

detail. Dengan demikian, proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tidak sekadar bersifat hafalan.

Dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional seperti penggunaan buku Iqra', aplikasi berbasis Augmented Reality ini mampu menghadirkan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan tidak monoton. Pada metode konvensional, anak cenderung hanya melihat gambar dua dimensi yang terbatas, sehingga berpotensi menimbulkan kebosanan. Sebaliknya, melalui aplikasi ini, huruf hijaiyah dapat ditampilkan secara langsung dalam bentuk tiga dimensi di lingkungan nyata melalui kamera perangkat, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih hidup dan realistis.

Selain itu, kombinasi antara visualisasi 3D dan audio pengucapan huruf juga memberikan pendekatan pembelajaran yang lebih komprehensif, karena melibatkan aspek visual dan auditori secara bersamaan. Hal ini sangat sesuai dengan karakteristik anak usia dini yang cenderung lebih mudah memahami materi melalui media yang interaktif dan multisensori. Dengan adanya pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan, anak menjadi lebih termotivasi untuk belajar serta lebih mudah dalam mengenali dan mengingat huruf hijaiyah.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan Augmented Reality dalam pembelajaran huruf hijaiyah tidak hanya meningkatkan daya tarik pembelajaran, tetapi juga berpotensi meningkatkan efektivitas proses belajar itu sendiri. Teknologi ini mampu menjembatani kesenjangan antara metode pembelajaran tradisional dengan kebutuhan generasi digital yang lebih akrab dengan teknologi interaktif.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, aplikasi menunjukkan alur penggunaan yang sederhana dan mudah dipahami. Pengguna dapat menjalankan aplikasi mulai dari membuka aplikasi, memilih menu, hingga melakukan pemindaian marker untuk menampilkan objek huruf hijaiyah.

Struktur navigasi yang tidak kompleks serta tampilan antarmuka yang jelas menjadi faktor utama yang mendukung kemudahan penggunaan aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan sistem yang telah dilakukan pada Bab III berhasil diimplementasikan dengan baik.

Meskipun demikian, dalam proses penggunaan awal, pengguna masih memerlukan arahan terutama dalam proses pemindaian marker agar posisi kamera sesuai dan objek dapat terdeteksi dengan optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai implementasi aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis *Augmented Reality* menggunakan metode *Marker-Based Tracking* pada platform Android, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis *Augmented Reality* berhasil diimplementasikan menggunakan metode *Marker-Based Tracking* dengan memanfaatkan Unity sebagai *game engine*, Vuforia SDK sebagai pendukung teknologi AR, serta Blender sebagai perangkat pembuatan objek tiga dimensi. Aplikasi mampu mendeteksi marker dan menampilkan objek huruf hijaiyah dalam bentuk 3D secara *real-time* melalui kamera perangkat Android.
2. Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* dalam aplikasi ini terbukti dapat membantu anak usia dini dalam mengenali dan menghafal huruf hijaiyah secara lebih efektif. Hal ini didukung dengan adanya visualisasi objek 3D serta fitur audio pengucapan huruf yang memberikan pengalaman belajar yang lebih lengkap dibandingkan metode konvensional.
3. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing*, seluruh fitur aplikasi berjalan dengan baik tanpa ditemukan kesalahan yang signifikan. Aplikasi mampu mendeteksi marker, menampilkan objek 3D, memutar audio, serta menjalankan navigasi menu dengan stabil. Tingkat

keberhasilan aplikasi termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

4. Hasil analisis respon pengguna menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat penerimaan yang sangat baik dengan persentase sebesar 89,6%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu meningkatkan minat belajar anak serta memberikan pengalaman belajar yang menarik, interaktif, dan menyenangkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Pengembangan aplikasi selanjutnya diharapkan dapat menambahkan materi pembelajaran yang lebih lengkap, seperti pengenalan tajwid, makharijul huruf, serta pembelajaran membaca Al-Qur'an secara bertahap.
2. Aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur evaluasi atau kuis interaktif sehingga pengguna dapat mengukur tingkat pemahaman mereka setelah menggunakan aplikasi.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode pengujian yang lebih luas, seperti *usability testing* atau eksperimen pembelajaran untuk mengukur efektivitas aplikasi secara lebih mendalam.
4. Perlu adanya optimalisasi pada sistem pendeteksian marker agar tetap stabil pada berbagai kondisi pencahayaan dan perangkat dengan spesifikasi rendah.
5. Diharapkan adanya integrasi dengan metode pembelajaran lain, seperti metode Kibar atau metode pembelajaran modern lainnya, sehingga aplikasi

dapat lebih adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran di berbagai lembaga Pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F.K. and Irawan, H.R. (2021) 'Markerless Augmented Reality Dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah', in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi, UN PGRI Kediri*, pp. 277–281.
- Aktafi, B., Wibowo, S.A. and Wahid, A. (2020) 'Implementasi Augmented Reality Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah Alquran Berbasis Android', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(1), pp. 42–48. doi:10.36040/jati.v4i1.2383.
- Anis, M. (2024) 'Peran Multimedia Interaktif Dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah Anak Usia Dini', 1(2).
- Apriliyanti, D., Rosyidi, A. and Rihastuti, S. (no date) 'Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Huruf Hijaiyah Berbasis Multimedia', in *Seminar Nasional AMIKOM Surakarta (SEMNAS) 2024*. Sukoharjo, Indonesia: AMIKOM Solo.
- Fadillah P, Y. *et al.* (2025) 'Penerapan Teknologi Augmented Reality 3D Sebagai Media Pembelajaran Anak Usia Dini', *Journal Of Computer Science Contributions (JUCOSCO)*, 5(1), pp. 66–76. doi:10.31599/wc5yvt65.
- Hidayati, N., Zaman, B. and Handayani, T. (2025) 'Peningkatan Kemampuan Membangun Animasi Tiga Dimensi (3D) Menggunakan Aplikasi Blender Pada Siswa Smk Nu 01 Kendal', *Jurnal Pengabdian DIMASTIK*, 3(1), pp. 75–82. doi:10.26623/dimastik.v3i1.11670.
- Indra Hiswara, Andy Dahrmaalau, D.C.G. (2022) 'Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Promosi Produk Menggunakan Software Unity 3D Dan Vuforia Berbasis Android Issn: 1979-8415', *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 15(1), pp. 15–22.
- Krisnandry, F. and Bahri, S. (2020) 'Implementasi Teknologi Augmented Reality (Ar) Pada Aplikasi Smart Book Reaksi Redoks Dan Elektrokimia Menggunakan Metode Marker Based Tracking Berbasis Desktop', *Science of the Total Environment*, 8(1), pp. 215–226. doi:https://doi.org/10.26418/coding.v8i1.39212.
- Maulana, S. *et al.* (2023) 'Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Sebagai Development Of Android-Based Augmented Reality Applications To Simulate Tile Products To Consumers In Building Materials Shops', *JUPITER : Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Dan Ilmu Komputer*, 3(1), pp. 1–8.
- Murni, C.K., Husin, M.S. and Herdiansyah, M.R. (2024) 'Perkembangan Os Android Dan Sistem Keamanan Tantangan Dan Solusi', *Spirit*, 16(1), pp. 161–169. doi:10.53567/spirit.v16i1.337.

- Nasution, M.A. *et al.* (2025) 'Development of Marker-Based Augmented Reality Application for Learning Hijaiyah Letters in Tahfiz Schools', *Jurnal Nasional Holistic Science*, 5(1), pp. 34–39.
- Rosyid, M.H. and Sitio, S.L.M. (2022) 'Implementasi Metode Marker Based Tracking Augmented Reality Untuk Pengenalan Buah-Buahan Berbasis Android', *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi ...*, 2(4), pp. 51–56.
- Syahputra, F. *et al.* (2024) 'Penggunaan Teknologi Augmented Reality pada Aplikasi Bangun Ruang Sederhana Berbasis Unity dan Vuforia Engine', *Neptunus Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 2(4), pp. 84–95.
- Syahrizal, H. and Nurhafizah (2023) 'Dampak Metode Pembelajaran Kartu Huruf Hijaiyah Dalam Mengenalkan Huruf Hijaiyah Anak Usia Dini', *Jurnal DZURRIYAT Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 1(1), pp. 47–54. doi:10.61104/jd.v1i1.23.