PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN IKAN HIAS LAUT BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Universitas Sangga Buana

Disusun Oleh :

Dimas Dwi Maulana

2116211011

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP

BANDUNG

2025

PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN IKAN HIAS LAUT BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

Disusun Oleh :

Nama : Dimas Dwi Maulana
NIM : 2116211011

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana

Bandung, 26 Juli 2025

Menyetujui Pembimbing,

Ir. Suharjanta Wisnu Pitara, M. T

NIP. 432.200.022

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN IKAN HIAS LAUT BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

Diajukan Oleh :

Dimas Dwi Maulana

2116211011

Telah dipertanggungjawabkan dan
disetujui oleh Tim Penguji pada
26 Juli 2025.

Mengetahui Ketua
Program Studi

Khaer ., M.Kom
182

Dosen Pembimbing

Ir. Suharjanta Wisnu Pitara, M. T
NIP. 432.200.022

Penguji I

Dr. Heri Purwanto, S.T.,M.T
NIP. 1975.0605.20050.11001

Penguji II

Raden Muhammad Adrian Septiandry,S.Kom.,M.Sc
NIP. 432.200.215

HALAMAN PERTANYAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Universitas Sangga Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Dimas Dwi Maulana
NIM	:	2116211011
Program Studi	:	Sistem Informasi
Fakultas	:	Teknik
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sangga Buana Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas kerya ilmiah saya yang berjudul:

PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN IKAN HIAS LAUT BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Non-eksklusif ini Universitas Sangga Buana berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada Tanggal : 26 juli 2025

Yang menyatakan,

Dimas Dwi Maulana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, Dengan segenap rasa syukur yang mendalam, akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul: **Perancangan Media Pembelajaran Pengenalan Ikan Hias Laut Berbasis *Augmented Reality* untuk Pelajar Sekolah Dasar.**

Skripsi ini bukan sekadar kumpulan tulisan dan hasil pengujian sistem. Ia adalah perjalanan penuh perjuangan yang saya lalui dengan rasa lelah, dan momen di mana saya sempat merasa ingin menyerah. Namun di tengah semua itu, Penulis belajar bahwa selama kita terus melangkah, sekecil apa pun, kita akan sampai.

Sebagai bentuk rasa syukur dan penghargaan atas setiap proses yang saya lalui, maka karya ini saya persembahkan kepada:

1. Penulis sendiri, yang telah melalui begitu banyak ujian, rasa lelah, dan perasaan yang sulit dijelaskan. Untuk setiap malam yang kulalui dengan gelisah, untuk setiap langkah kecil yang akhirnya membawaku ke titik ini terima kasih karena tidak pernah benar-benar menyerah. Terima kasih karena terus percaya, meski sering merasa sendiri dan tertinggal.
2. Ibuku tercinta, wanita kuat yang tidak pernah lelah berjuang untukku. Terima kasih atas pelukan, doa, dan pengorbananmu yang tak terhitung jumlahnya. Aku tahu, setiap langkah yang kulalui hari ini berdiri di atas dasar cinta dan perjuanganmu. Semoga suatu hari nanti aku bisa membalas semua dengan kebahagiaan yang pantas engkau dapatkan.
3. Lingkungan Penulis yang sederhana, yang Penulis paham bahwa kehidupan tidak selalu mudah, tapi selalu punya makna. Dari keterbatasan Penulis belajar, dari kesulitan aku bertumbuh. Terima kasih karena telah menempa Penulis menjadi lebih tangguh, lebih sadar arti perjuangan.
4. Cinta dan penerimaan yang tak selalu datang, untuk mereka yang hadir tapi tidak pernah tinggal. Penulis pernah mencari kebahagiaan dari orang lain, tapi

akhirnya Penulis belajar kebahagiaan sejati tumbuh dari penerimaan dalam diri sendiri. Terima kasih karena telah mengajarkan Penulis berhenti berharap pada yang salah, dan mulai mencintai diriku sendiri dengan cara yang benar.

5. Teman-teman seperjuangan, yang tanpa sadar menjadi sumber semangat. Kalian yang terus bergerak ke depan memberi Penulis rasa ingin bangkit dan membuktikan bahwa Penulis juga bisa. Perjalanan ini tidak harus sama, tapi perjuangan kita saling menguatkan.
6. Para dosen pembimbing dan penguji, yang dengan segala kesabaran dan waktunya membimbingku hingga skripsi ini bisa terselesaikan. Terima kasih atas ilmu dan arahannya, yang menjadi bagian penting dari proses belajarku selama ini.

Semoga skripsi ini dapat menjadi langkah awal menuju kontribusi nyata dalam dunia pendidikan dan pengembangan teknologi pembelajaran di Indonesia. Besar harapan penulis agar karya ini tidak hanya bernilai secara akademik, tetapi juga dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Dengan segala keterbatasan dan kekurangan, penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Juli 2025

Dimas Dwi Maulana

HALAMAN MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang, kecuali
menurut kesanggupannya."
(Q.S. Al Baqarah : 286)

"Tentang akal dan hati, rahasianya yang penuh teka-teki,
tentang nalar dan iman, segala pertanyaan tak kunjung terpecahkan
Dan tentang kebenaran Juga kejujuran
takkan mati kekeringan Esok kan bermekaran"
(Efek Rumah Kaca – Putih)

"The bluest of a moon ,The greyest of the sky. No, I don't ever wanna die, I just wanna breathe, I just wanna live today and tomorrow"
(Pamungkas – Live Forever)

"Rotasikan Pandanganmu, ambil sudut yang terbaru.
Belum pernah kau coba, lihat semua bukan dari matamu"
(Perunggu – 33x)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul *"Perancangan Media Pembelajaran Pengenalan Ikan Hias Laut Berbasis Augmented Reality untuk Pelajar Sekolah Dasar"*. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- **Bapak Ir. Suharjanta Wisnu Pitara, M.T.,** selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan arahan, masukan, serta motivasi dalam setiap tahap penyusunan skripsi ini hingga selesai.
- **Bapak Khaerul Manaf, S.T., M.Kom.,** selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Sangga Buana, yang telah memberikan izin, fasilitas, serta kebijakan akademik yang sangat membantu selama proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir.
- **Bapak Hanhan Solihin**, **S.Kom., M.Kom.`,** selaku wali dosen yang selama ini memberikan bimbingan akademik serta dukungan moril sejak awal perkuliahan hingga tahap akhir studi ini.
- Seluruh dosen di lingkungan Program Studi Sistem Informasi Universitas Sangga Buana yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berharga selama masa studi penulis.

- Keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan semangat di setiap langkah penulis, serta teman-teman seperjuangan yang telah menjadi sumber inspirasi dan dukungan selama masa penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap karya ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya dalam pengenalan ekosistem laut Indonesia kepada generasi muda. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bandung, 26 Juli 2025

Dimas Dwi Maulana

ABSTRAK

Media pembelajaran interaktif sangat diperlukan untuk meningkatkan minat belajar siswa, terutama pada materi pengenalan makhluk hidup seperti ikan hias laut. Kurangnya media pembelajaran berbasis teknologi yang menarik menyebabkan siswa kurang memahami jenis-jenis ikan hias secara visual dan interaktif. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi pengenalan ikan hias berbasis teknologi *Augmented Reality* AR untuk membantu pelajar sekolah dasar dalam mengenal dan memahami berbagai jenis ikan hias laut dengan cara yang lebih menarik dan efektif.

Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode *Extreme Programming* (XP) yang terdiri dari tahapan *Planning*, *Design*, *Coding*, dan *Testing*. *Unity* digunakan sebagai platform utama dalam pengembangan aplikasi, sedangkan *Vuforia* digunakan sebagai pustaka AR untuk memindai marker yang telah disediakan. Proses pengembangan aplikasi memungkinkan pengguna untuk melihat tampilan 3D ikan hias secara langsung melalui kamera perangkat Android, sehingga pengguna dapat belajar dengan pendekatan visual yang lebih nyata dan menarik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dan menampilkan objek ikan hias secara *real-time*. Berdasarkan evaluasi fungsional dan pengujian *usability*, aplikasi ini dinilai mudah digunakan dan menarik oleh pelajar sekolah dasar yang menjadi responden dalam uji coba.

Aplikasi ini juga dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan ramah anak, sehingga dapat digunakan secara mandiri tanpa bimbingan langsung dari guru atau orang tua. Hal ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran yang lebih mandiri dan menyenangkan bagi siswa sekolah dasar, khususnya dalam mengenal keanekaragaman ikan hias laut secara digital.

Kata kunci: *Augmented Reality*, media pembelajaran, ikan hias laut, aplikasi Android, *Extreme Programming*

ABSTRACT

Interactive learning media is essential to increase students' interest in learning, especially in subjects such as the introduction of marine ornamental fish. The lack of engaging technology-based educational tools often leads to low comprehension among elementary school students. Therefore, this study focuses on developing an educational application using Augmented Reality (AR) technology to assist elementary school students in recognizing and understanding various types of marine ornamental fish in a more engaging and effective manner.

The application was developed using the Extreme Programming (XP) method, which consists of the Planning, Design, Coding, and Testing phases. Unity was used as the primary development platform, while Vuforia SDK was integrated for AR marker scanning. The application enables users to view 3D representations of ornamental fish in real-time through the camera of an Android device, providing a more immersive and visually engaging learning experience.

Testing results show that the application functions properly and successfully displays the 3D fish objects in real-time. Based on functional evaluation and usability testing, the application is considered easy to use and visually appealing by elementary school students who participated in the trials.

The application is also designed with a simple, child-friendly interface, allowing students to use it independently without direct supervision from teachers or parents. This feature supports more independent and enjoyable learning, particularly in exploring marine biodiversity through digital technology.

Keywords: Augmented Reality, learning media, marine ornamental fish, Android application, Extreme Programming

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Penjelasan
Augmented Reality (AR)	Teknologi yang menggabungkan dunia nyata dan objek virtual secara real-time.
Android	Sistem operasi berbasis Linux yang digunakan pada perangkat mobile seperti smartphone dan tablet.
Unity 3D	Game engine yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi interaktif berbasis 2D dan 3D.
Vuforia SDK	Software development kit (SDK) untuk mengembangkan aplikasi Augmented Reality.
Rodin AI / Rodin Hyper3D	Platform berbasis kecerdasan buatan (AI) yang digunakan untuk menghasilkan atau mendukung pembuatan aset digital, seperti ilustrasi 3D atau konten visual lainnya yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi.
Marker	Gambar atau objek yang digunakan sebagai penanda untuk memunculkan objek virtual dalam AR.
3D (Tiga Dimensi)	Representasi objek dengan tiga ukuran: panjang, lebar, dan tinggi.
User Interface (UI)	Tampilan visual pada aplikasi yang berinteraksi langsung dengan pengguna.

User Experience (UX)	Pengalaman dan kenyamanan pengguna saat menggunakan suatu aplikasi.
Extreme Programming (XP)	Metode pengembangan perangkat lunak yang bersifat iteratif dan fleksibel dengan fokus pada kolaborasi dan kualitas perangkat lunak.
Use Case Diagram	Diagram yang menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem.
Software Development	Metode pengujian untuk menilai seberapa mudah dan efektif suatu aplikasi digunakan oleh pengguna.

DAFTAR ISI

PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN IKAN HIAS LAUT BERBASIS *AUGMENTED REALITY* i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERTANYAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

HALAMAN PERSEMBAHAN iv

HALAMAN MOTTO vi

KATA PENGANTAR vii

ABSTRAK ix

ABSTRACT x

DAFTAR ISTILAH xi

DAFTAR ISI xiii

DAFTAR TABEL xvii

DAFTAR GAMBAR xviii

BAB I 1

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.3 Maksud dan Tujuan 5

1.4 Manfaat Penelitian 6

1.4.1 Manfaat Teoritis 6

1.4.2 Manfaat Praktis 6

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah 6

1.6 Sistematika Penulisan 7

BAB II 9

LANDASAN TEORI 9

2.1 Pengertian Ikan Hias Laut 9
2.1.1 Definisi Ikan Hias Laut 9
2.1.2 Nilai, Estetika, dan Ekonomi 9
2.1.3 Contoh Nyata Spesies Ikan Hias..... 10
2.2 Teknologi *Augmented Reality* (AR) 11
2.2.1 Pengertian *Augmented Reality* 11
2.2.2 Komponen Utama *Augmented Reality* (AR)..... 12
2.2.3 Perkembangan AR dalam Dunia Pendidikan..... 14
2.2.4 Keunggulan AR dibanding Media Pembelajaran Konvensional 15
2.3 *Platform* dan *Tools* Pengembangan Aplikasi AR 16
2.3.1 *Unity 3D* 17
2.3.2 *Vuforia SDK* 17
2.3.3 *Rodin AI Hyper3D* untuk 3D Modeling 18
2.4 Metode Pengembangan perangkat Lunak..... 20
2.4.1 Pengertian Metode *Extreme programming* (XP) 20
2.4.2 Prinsip Dasar *Extreme Programming*..... 20
2.5 *Literature Review* 21
2.6 Penelitian Terdahulu 22
BAB III 25
ANALISIS DAN PERANCANGAN..... 25
3.1 Metode Pengembangan Sistem 25
3.3.1 *Planning* (Perencanaan) 26
3.3.2 *Design* (Perancangan)..... 26
3.3.3 *Coding* (Pengkodean)..... 26
3.2 Pendekatan Penelitian..... 27
3.2.1 Lokasi Penelitian 28
3.3 Analisis Kebutuhan Sistem..... 28
3.3.1 Analisis Teknologi *Augmented Reality*..... 29
3.3.2 Kebutuhan Fungsional..... 30
3.4.3 Kebutuhan Non Fungsional 31

3.4 Perancangan Sistem 31
3.4.1 *Use Case* Diagram 32
3.4.2 *Use Case Scenario* 35
3.4.3 *Activity Diagram* 37
3.4.4 Simbol – Simbol UML dalam *Activity Diagram* 38
3.4.5 Diagram Arsitektur Sistem 40
3.5 Perancangan Antarmuka Aplikasi 42
3.5.1 Tampilan Halaman Utama 42
3.5.2 Tampilan Mode AR 43
3.5.3 Halaman Informasi Tentang Ikan 45
3.5.4 Panduan Pengguna Aplikasi 46
3.6 *Design* 47
BAB IV 49
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN 49
4.1 Implementasi Sistem 49
4.1.1 Lingkungan dan Teknologi Pengembangan 49
4.1.2 Hasil Tampilan Antar Aplikasi 50
4.1.3 Fitur-Fitur Utama Aplikasi 56
4.2 Pengujian Sistem 58
4.2.1 Pengujian Fungsionalitas 59
4.2.2 Pengujian Kinerja Sistem 60
4.2.3 Pengujian *Usability* 62
4.2.4 Dokumentasi Kegiatan Pengujian 64
4.3 Analisis Hasil Pengujian 67
4.3.1 Analisis Hasil pengujian Fungsionalitas 67
4.3.2 Analisis Kinerja Sistem 68
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian *Usability* Oleh Pengguna 70
BAB V 72
Kesimpulan Dan Saran 72
5.1 Kesimpulan 72

5.2 Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 77

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen Teknologi Augmented Reality pada Aplikasi 29
Tabel 3. 2 Use Case Aplikasi Pengenalan Ikan Hias 34
Tabel 3. 3 Simbol Use Case 34
Tabel 3. 4 Use Case Mmebuka Fitur AR 36
Tabel 3. 5 Membuka Fitur Info Ikan 37
Tabel 3. 6 Simbol – Simbol Activity Diagram 38
Tabel 4. 1 Hasil Implementasi Fitur-Fitur Aplikasi 3D Fish 58
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi 3D Fish 59
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kinerja Sistem Aplikasi 3D Fish 61
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Rata-rata Skor Usability Aplikasi “3D Fish” Per Responden 63
Tabel 4. 5 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan dalam Pengujian Kinerja 68
Tabel 4. 6 Rata-rata Waktu Akses Fitur Aplikasi 69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo Unity 17
Gambar 2. 2 Logo Vuforia SDK..... 18
Gambar 2. 3 Logo Rodin AI / Hyper3D 18
Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Metode Extreme Programming (XP) 27
Gambar 3. 2 Use Case Diagram Aplikasi Pengenalan Ikan Hias 33
Gambar 3. 3 Activity Diagram 39
Gambar 3. 4 User Membuka Fitur Ikan 40
Gambar 3. 5 Tampilan halaman utama aplikasi 3D Fish dengan menu navigasi utama dan ilustrasi bawah laut. 43
Gambar 3. 6 Tampilan Mode AR di Unity Editor 45
Gambar 3. 7 Tampilan Halaman Informasi Ikan 46
Gambar 3. 8 Panduan Tata Cara Menggunakan Fitur AR 47
Gambar 4. 1 Tampilan antarmuka Unity pada proses implementasi objek ikan hias menggunakan teknologi Augmented Reality 50
Gambar 4. 2 Halaman Menu Utama Aplikasi 3D Fish 51
Gambar 4. 3 Halaman Informasi Ikan – Nemo dan Dory..... 52
Gambar 4. 4 Halaman Informasi Ikan – Mandarin Fish dan Angel Fish..... 53
Gambar 4. 5 Halaman Informasi Ikan – Watchman Goby dan Cleaner Wrasse 54
Gambar 4. 6 Halaman Panduan Penggunaan AR 55
Gambar 4. 7 Halaman Mode AR 56
Gambar 4. 8 Siswa kelas 4 mencoba aplikasi menggunakan perangkat Android 65
Gambar 4. 9 Peneliti memberikan arahan kepada siswa saat pengujian..... 66
Gambar 4. 10 Foto bersama siswa setelah kegiatan pengujian 66
Gambar 4. 11 Diagram Jumlah Fitur Berhasil dan Gagal pada Aplikasi 3D Fish..... 68
Gambar 4. 12 Grafik Rata-rata Waktu Akses Fitur Aplikasi 3D Fish 69
Gambar 4. 13 Grafik Skor Usability per Responden 71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kekayaan alam luar biasa, terutama dalam hal keanekaragaman hayati laut. Dengan lebih dari 17.000 pulau, wilayah perairan Indonesia menjadi habitat bagi berbagai spesies hewan laut yang tidak hanya beragam, tetapi juga dikenal hingga ke tingkat internasional (Nugraha et al., 2023). Ekosistem laut seperti terumbu karang, lamun, dan hutan mangrove tidak hanya berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, tetapi juga menyediakan habitat yang ideal bagi ikan hias laut untuk berkembang biak, mencari makan, dan berlindung. Ketiga ekosistem ini mendukung kelangsungan hidup ikan hias serta menjaga kualitas dan keberlanjutan sumber daya laut yang memiliki nilai ekonomi dan edukatif bagi masyarakat (Novita Sari et al., 2023).

Secara geografis, Indonesia yang unik sebagai negara kepulauan turut menjadikannya sebagai salah satu pusat keanekaragaman hayati laut terbesar di dunia (Alya Izzati, 2023). Peran strategis ini mendorong keterlibatan aktif Indonesia dalam berbagai inisiatif pelestarian lingkungan laut. Upaya konservasi yang dilakukan mencakup pembentukan kawasan perlindungan laut, pelaksanaan penelitian ilmiah, serta kerja sama dengan komunitas lokal maupun organisasi internasional untuk menjaga kelestarian ekosistem laut secara berkelanjutan (Rahmah Tating & Puspita Marzaman, 2023).

Hingga kini, pengetahuan mengenai sejarah dan karakteristik biota ini masih jarang dikenalkan kepada anak-anak sejak usia dini (Desy, 2021). Kurangnya edukasi lingkungan pada tahap awal perkembangan anak berpotensi menurunkan kesadaran generasi muda terhadap pentingnya menjaga kelestarian laut. Apabila kondisi ini terus dibiarkan, bukan hanya keberlanjutan sumber daya alam laut yang akan terancam,

tetapi juga keseimbangan ekosistem yang menjadi penopang kehidupan manusia baik dari segi pangan, iklim, maupun ekonomi (Alya Izzati, 2023).

Menyadari pentingnya peran edukasi dan konservasi sejak dini, Indonesia terus berupaya mengambil langkah-langkah strategis dalam pelestarian lingkungan laut. Berbagai program pelestarian tidak hanya ditujukan untuk melindungi ekosistem perairan nasional, tetapi juga merupakan bentuk kontribusi nyata dalam menjaga keberlanjutan lingkungan secara global. Melalui sinergi antara pemerintah, lembaga pendidikan, komunitas lokal, dan organisasi internasional, diharapkan upaya tersebut mampu membangun kesadaran kolektif serta mendorong tindakan berkelanjutan yang berpihak pada kelestarian laut (Oceans For Prosperity Reform For a Blue Economy In Indonesian, 2021).

Meskipun langkah-langkah konservasi telah diupayakan, ekosistem laut tetap menghadapi berbagai ancaman serius. Salah satu bentuk ancaman yang paling signifikan adalah kerusakan habitat alami akibat aktivitas manusia, seperti reklamasi pantai, pencemaran laut, serta eksploitasi sumber daya secara berlebihan (Suriadi et al., 2024). Selain itu, praktik perburuan liar terhadap spesies laut tertentu, baik untuk tujuan komersial maupun koleksi pribadi, turut mempercepat penurunan populasi berbagai jenis hewan laut, termasuk spesies yang tergolong langka dan dilindungi (Wulandari et al., 2019a). Jika kondisi seperti ini tidak segera ditangani dengan pendekatan yang menyeluruh dan berkelanjutan, maka keragaman hayati laut yang menjadi kekayaan alam Indonesia akan terus mengalami degradasi (Siahaan, 2024).

Faktor lain yang memperburuk kondisi tersebut adalah rendahnya kesadaran masyarakat, terutama generasi muda, terhadap pentingnya menjaga kelestarian laut. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, diketahui bahwa rendahnya minat anak-anak untuk mengenal dan memahami kehidupan laut disebabkan oleh keterbatasan media pembelajaran yang tersedia (Maryati et al., 2025). Media yang ada umumnya masih bersifat konvensional, kurang menarik, dan belum mampu menyajikan informasi

secara interaktif sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan belajar anak-anak (Hsieh, 2021).

Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dirancang secara menarik dan menyenangkan memiliki peranan besar dalam menumbuhkan minat anak terhadap berbagai topik, termasuk biota laut.

Melihat kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran anak-anak terkait dengan pengenalan ikan hias laut sebagai bagian dari ekosistem laut yang memiliki nilai ekologis maupun estetika. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran yang bersifat interaktif, informatif, dan mampu menarik perhatian anak-anak secara efektif. Media yang dikembangkan diharapkan tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian informasi, tetapi juga sebagai alat yang dapat menumbuhkan kepedulian dan rasa ingin tahu terhadap kehidupan laut sejak dini (Royani, 2023).

Penerapan teknologi menjadi salah satu solusi untuk mencapai tujuan tersebut, di antaranya melalui *Augmented Reality* (AR), yang menawarkan pengalaman interaktif inovatif bagi anak-anak dengan memungkinkan mereka untuk berinteraksi secara langsung dengan objek tiga dimensi yang tampak seolah-olah hadir di dunia nyata. Melalui integrasi elemen-elemen digital seperti gambar, animasi, suara, dan informasi tambahan ke dalam lingkungan fisik, AR mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif, menarik, dan dinamis (Dimas Pramudita et al., 2025). Anak-anak tidak hanya dapat melihat objek-objek virtual tersebut, tetapi juga memanipulasi, mengeksplorasi, dan berinteraksi dengannya secara waktu nyata, sehingga mendorong partisipasi aktif, meningkatkan pemahaman konseptual, serta merangsang kreativitas dan imajinasi mereka (Wulandari et al., 2019a). Pengenalan hewan laut untuk anak-anak berusia tujuh tahun umumnya masih bergantung pada media kertas atau gambar yang sering ditemukan dalam buku cerita anak. Tetapi, penggunaan media tersebut dianggap kurang menarik perhatian anak dalam proses pembelajaran (Irsyadi & Nur,

2017). Salah satu contoh kemajuan dalam teknologi (AR) adalah penggunaan pembelajaran melalui animasi virtual 3D (Lukman Hakim, 2018). Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi *Augmented Reality* semakin banyak diterapkan di berbagai bidang, termasuk di bidang edukasi (Wulandari et al., 2019b), farmasi & kesehatan (Mario O. Tambayong, 2016), desain grafis (Ayu et al., 2022), teknik mesin (Indra Satrianto et al., 2024), dan transpotasi (Andika Subagya Putra, 2022).

Sehingga penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) memungkinkan tampilan objek 3D seperti ikan hias yang berwarna-warni dan bercorak unik pada sebuah *marker* (Wulandari et al., 2019b). Teknologi ini dirancang untuk menarik perhatian anak-anak sekaligus membantu mereka mengenal berbagai hewan laut. Dengan AR, anak-anak dapat lebih terlibat secara interaktif, tidak hanya merangsang minat belajar tetapi juga mengembangkan imajinasi mereka (Wibowo, 2018).

Aplikasi berbasis AR ini telah berhasil dikembangkan menggunakan alat seperti *Blender* dan *Unity*, dan dapat diakses melalui *smartphone* berbasis *Android* (Madani et al., 2023). Solusi ini diharapkan efektif dalam mengatasi kurangnya minat belajar tentang ekosistem laut dengan memadukan elemen virtual yang menarik serta meningkatkan pemahaman pengguna tentang lingkungan laut (Vasilis et al., 2022). Keunggulan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran terletak pada kemampuannya untuk membuat materi menjadi lebih interaktif dan menarik (Lilo et al., 2024). Namun, hal ini juga menunjukkan perlunya dukungan serta pengembangan materi instruksional yang lebih baik untuk benar-benar meningkatkan pengalaman pengguna (SiaoTsai & Yen, 2014).

Beberapa aspek penting dalam penelitian berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk pembelajaran hewan laut meliputi pengembangan fitur interaktif yang lebih sesuai bagi anak-anak, penyusunan materi edukasi yang lebih terstruktur, dan peningkatan fokus pada spesies laut khas Indonesia yang selama ini kurang mendapat perhatian. Selain itu, dampak penggunaan AR terhadap pemahaman dan minat belajar anak-anak dalam

jangka panjang masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Dukungan teknologi canggih serta materi pembelajaran yang kaya dan terarah menjadi kunci untuk mengoptimalkan manfaat AR dalam pendidikan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja kebutuhan sistem dan fitur yang diperlukan dalam media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk mengenalkan ikan hias laut khas Indonesia kepada pelajar sekolah dasar?
2. Bagaimana penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam media pembelajaran dapat meningkatkan minat dan pemahaman anak-anak terhadap keanekaragaman hayati laut?
3. Bagaimana hasil pengujian *usability* terhadap aplikasi AR ini pada anak-anak sekolah dasar sebagai pengguna akhir?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) yang dapat digunakan sebagai alat bantu edukasi dalam pengenalan ikan hias laut khas Indonesia bagi pelajar sekolah dasar.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan aplikasi edukatif berbasis AR yang menampilkan model 3D ikan hias laut Indonesia secara interaktif dan informatif.

2. Menyediakan media pembelajaran alternatif yang menarik, mudah dipahami, dan sesuai dengan karakteristik belajar anak usia sekolah dasar.

3. Menilai efektivitas penggunaan aplikasi melalui pengujian *usability* pada pelajar sekolah dasar untuk mengetahui sejauh mana aplikasi dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap keanekaragaman hayati laut.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara teoritis maupun praktis, baik dalam bidang pengembangan media pembelajaran digital, pendidikan dasar, maupun teknologi informasi berbasis *Augmented Reality* (AR).

1.4.1 Manfaat Teoritis

- Menambah literatur dan wawasan dalam bidang sistem informasi dan teknologi edukasi, khususnya terkait implementasi *Augmented Reality* (AR) dalam media pembelajaran interaktif untuk anak usia dini.
- Memberikan dasar bagi penelitian lanjutan yang ingin mengeksplorasi integrasi teknologi AR dengan konten edukatif berbasis kearifan lokal, seperti spesies ikan hias khas Indonesia.

1.4.2 Manfaat Praktis

- Menyediakan media pembelajaran alternatif yang menyenangkan, visual, dan mudah digunakan oleh siswa sekolah dasar untuk mengenal ekosistem laut Indonesia.
- Memberikan solusi digital berbasis AR yang dapat digunakan oleh guru dan orang tua dalam mengajarkan materi tentang biota laut secara interaktif dan menarik.
- Menjadi contoh aplikasi edukatif berbasis teknologi yang dapat direplikasi atau dikembangkan lebih lanjut oleh pengembang lokal.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) menggunakan metode *marker-based*, yang berjalan di perangkat Android. Aplikasi ini dirancang untuk memperkenalkan enam jenis ikan hias laut melalui tampilan objek tiga dimensi (3D) disertai dengan informasi

edukatif berbentuk teks dan suara narasi, yang ditujukan untuk siswa kelas IV sekolah dasar.

Beberapa batasan dalam penelitian ini antara lain:

1. Jenis AR yang digunakan adalah *marker-based*, yaitu pengguna akan mengarahkan kamera ke *marker* tertentu untuk memunculkan model 3D ikan hias beserta informasi edukasinya.
2. Jumlah ikan hias yang dikenalkan dibatasi hanya enam jenis, yang dipilih berdasarkan karakteristik visual dan kemudahan dikenali oleh anak-anak usia sekolah dasar.
3. Platform pengembangan aplikasi hanya difokuskan pada sistem operasi Android, sehingga aplikasi tidak mendukung perangkat iOS.
4. Cakupan materi pembelajaran dibatasi pada informasi dasar, seperti nama, ciri fisik, dan habitat ikan, tanpa menyertakan detail ilmiah yang kompleks.
5. Evaluasi pengguna terbatas pada aspek *usability* (kemudahan penggunaan, tampilan, dan interaksi), tanpa melakukan pengukuran langsung terhadap peningkatan hasil belajar siswa secara kuantitatif.
6. Pengujian aplikasi dilakukan secara terbatas, yakni melibatkan 9 siswa dan 1 orang guru dari SDN Ciburial 01 yang beralamat di Jl. Bukit Pakar Timur No.114, Ciburial, Kec. Cimenyan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40198 sebagai responden utama.

Dengan ruang lingkup dan batasan tersebut, pengembangan aplikasi ini diharapkan tetap fokus pada tujuan utama, yakni menghadirkan media pembelajaran interaktif yang sederhana, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan siswa sekolah dasar.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun ke dalam lima bab utama yang saling berkesinambungan sebagai berikut:

- **Bab I Pendahuluan**

  Menyajikan uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, ruang lingkup serta batasan, hingga penjelasan sistematika penulisan secara keseluruhan.

- **Bab II Landasan Teori**

  Membahas dasar-dasar teori yang mendukung penelitian, meliputi pengertian ikan hias laut, teknologi *Augmented Reality* (AR), platform pengembangan aplikasi seperti *Unity* dan *Vuforia*, metode *Extreme Programming* (XP), serta kajian literatur dan studi terdahulu yang relevan.

- **Bab III Analisis dan Perancangan**

  Menguraikan metode pengembangan sistem, pendekatan penelitian, analisis kebutuhan (fungsional dan non-fungsional), serta perancangan sistem dengan model UML, termasuk desain antarmuka pengguna yang disesuaikan dengan karakteristik anak-anak usia sekolah dasar.

- **Bab IV Implementasi dan Pengujian**

  Memuat proses implementasi aplikasi secara teknis, hasil tampilan antar muka, serta fitur utama yang dikembangkan. Diikuti dengan pengujian sistem yang meliputi aspek fungsionalitas, kinerja, *Usability*, dan dokumentasi proses pengujian bersama siswa.

- **Bab V Kesimpulan dan Saran**

  Berisi rangkuman hasil penelitian, evaluasi dari penerapan sistem, serta masukan yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan aplikasi dan penelitian lanjutan di masa mendatang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Ikan Hias Laut

Ikan hias laut merupakan kelompok organisme akuatik yang dikenal karena keindahan visualnya, seperti warna tubuh yang mencolok, bentuk unik, serta pola gerakan yang elegan. Keunikan tersebut menjadikan ikan hias laut tidak hanya bernilai sebagai objek dekoratif di akuarium, tetapi juga sebagai sarana edukatif dalam memperkenalkan keanekaragaman hayati laut. Keberadaan ikan hias laut telah menarik perhatian masyarakat luas, baik sebagai hobi maupun sebagai peluang usaha yang menjanjikan di sektor perikanan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai definisi, nilai estetika, edukatif, dan ekonominya, serta contoh spesies yang umum dikenal, menjadi dasar penting dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi seperti *Augmented Reality*.

2.1.1 Definisi Ikan Hias Laut

Ikan hias laut adalah jenis ikan yang hidup di habitat perairan laut dan memiliki daya tarik visual berupa warna tubuh yang cerah, bentuk yang unik, serta pola gerakan yang menawan. Karakteristik fisik ini menjadikannya populer sebagai elemen dekoratif dalam akuarium. Selain keindahan bentuknya, ikan hias laut juga memiliki nilai edukatif, karena dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam mengenal spesies laut serta upaya konservasi keanekaragaman hayati (Wulandari et al., 2019a).

2.1.2 Nilai, Estetika, dan Ekonomi

Keindahan visual ikan hias laut, seperti warna tubuh yang mencolok, bentuk sirip yang artistik, dan gerakan yang anggun, memberikan nilai estetika yang tinggi. Tidak hanya menjadi daya tarik bagi pecinta akuarium, ikan-ikan ini juga memberikan kontribusi dalam aspek pendidikan, terutama melalui kegiatan pengenalan spesies dan praktik budidaya yang mendorong kesadaran akan pentingnya pelestarian lingkungan laut. Dari sisi ekonomi, permintaan terhadap ikan hias laut, baik di pasar lokal maupun

internasional, menciptakan peluang usaha yang bernilai tinggi. Budidaya ikan hias telah menjadi salah satu komoditas unggulan yang berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat pesisir (Lesmana et al., 2021).

2.1.3 Contoh Nyata Spesies Ikan Hias

Berikut ini adalah beberapa contoh spesies ikan hias laut yang dikenal luas karena keindahan dan nilai ekonominya:

1. **Ikan Nemo (*Amphiprion ocellaris*)**

   Dikenal luas dengan nama "Nemo", ikan badut merupakan salah satu spesies ikan hias laut yang populer karena kombinasi warna *orange* cerah dengan tiga garis putih khas pada tubuhnya. Studi menunjukkan bahwa kualitas makanan berpengaruh terhadap kecerahan warna, pertumbuhan, serta tingkat kelangsungan hidup ikan ini. Kombinasi pakan seperti pelet dan nauplius *Artemia* terbukti mampu meningkatkan intensitas warna tubuh dan daya tahan hidup, yang pada akhirnya meningkatkan nilai jualnya di pasar ikan hias (Viana Sari et al., 2014).

2. **Dorry (*Paracanthurus hepatus*)**

   Sering disebut sebagai ikan Dory, spesies ini memiliki warna biru terang dengan corak hitam berbentuk angka enam serta ekor berwarna kuning. *Blue Tang* hidup di perairan tropis Indo-Pasifik dan sering ditemukan di terumbu karang pada kedalaman 2–25 meter. Selain keindahannya, ikan ini juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut, terutama dalam rantai makanan di lingkungan terumbu karang (Kusumawati et al., 2015).

3. **Mandarin Fish (*Synchiropus splendidus*)**

   Mandarin Fish (*Synchiropus splendidus*) adalah salah satu ikan hias laut yang terkenal karena warna tubuhnya yang sangat mencolok dan indah. Ikan ini memiliki perpaduan warna biru terang, oranye, dan hijau yang unik, menyerupai pakaian tradisional Tiongkok, sehingga diberi nama “mandarin”. Habitat asli Mandarin Fish berada di terumbu karang tropis, terutama di wilayah

Pasifik seperti Indonesia, Filipina, dan Australia. Ikan ini berukuran kecil, dengan panjang rata-rata sekitar 6 hingga 8 sentimeter, dan tidak memiliki sisik. Sebagai gantinya, kulitnya dilapisi lendir pelindung yang berfungsi sebagai pertahanan alami dari predator (G et al., 2013).

2.2 Teknologi *Augmented Reality* (AR)

Augmented Reality (AR) merupakan salah satu inovasi teknologi yang berkembang pesat dan telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan informasi digital. Teknologi ini memungkinkan penyisipan elemen-elemen virtual ke dalam dunia nyata secara langsung dan interaktif, sehingga menciptakan pengalaman baru yang lebih hidup dan kontekstual. Dalam penerapannya, AR tidak hanya menampilkan objek digital, tetapi juga memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan elemen-elemen tersebut dalam waktu nyata, menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan mendalam.

Dalam bidang pendidikan, AR menjadi media yang menjanjikan karena mampu menjembatani antara teori dan praktik melalui visualisasi yang lebih nyata dan mudah dipahami. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang konsep dasar, komponen, dan penerapan AR dalam pendidikan menjadi hal penting dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi ini.

2.2.1 Pengertian *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi dalam kategori realitas campuran (*mixed reality*) yang memungkinkan penggabungan elemen digital seperti teks, grafik, animasi, suara, dan model tiga dimensi ke dalam lingkungan dunia nyata secara simultan dan *real-time*. Berbeda dengan *Virtual Reality* (VR) yang sepenuhnya menggantikan lingkungan fisik pengguna dengan dunia virtual, AR mempertahankan konteks dunia nyata dan menambahkan (*augment*) lapisan informasi virtual di atasnya. Melalui perangkat seperti *smartphone*, tablet, atau kacamata pintar, pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan objek virtual yang tampak seolah-olah hadir di

lingkungan fisik mereka. Interaksi ini mencakup kemampuan untuk memutar, memperbesar, atau memindahkan objek digital tersebut, sehingga menciptakan pengalaman yang lebih imersif dan interaktif (Sari et al., 2022).

Menurut Billinghurst, Clark, dan Lee, AR memiliki tiga karakteristik utama: pertama, menggabungkan elemen virtual dengan dunia nyata; kedua, interaktif secara *real time* dan ketiga, memiliki registrasi yang akurat dalam ruang tiga dimensi, sehingga objek virtual dapat ditempatkan secara tepat pada koordinat yang sesuai di dunia nyata. Karakteristik ini memungkinkan AR untuk menyajikan informasi tambahan seperti label, diagram, atau animasi yang ditampilkan langsung di atas objek atau area yang menjadi fokus pengguna, tanpa mengganggu keterhubungan mereka dengan lingkungan sekitar (Billinghurst et al., 2014).

Lebih lanjut, teknologi AR tidak hanya memperkaya persepsi visual pengguna terhadap lingkungan sekitarnya, tetapi juga meningkatkan interaksi manusia-komputer dengan cara yang lebih alami dan intuitif. Dengan memanfaatkan teknologi pelacakan (*tracking*), tampilan (*display*), dan input yang canggih, AR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan informasi digital dalam konteks dunia nyata, sehingga memperluas aplikasi AR dalam berbagai bidang seperti pendidikan, medis, manufaktur, dan hiburan (Billinghurst et al., 2014).

2.2.2 Komponen Utama *Augmented Reality* (AR)

Untuk memahami cara kerja teknologi *Augmented Reality* (AR), penting untuk mengenal komponen-komponen utama yang membentuk sistem ini. Setiap komponen memiliki peran spesifik dalam menciptakan pengalaman yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen virtual secara *real-time*. Berikut adalah penjelasan umum mengenai komponen utama dalam AR:

1. **Perangkat Tampilan (*Display Device*)**

   Perangkat tampilan berfungsi sebagai media untuk menampilkan informasi digital yang terintegrasi dengan lingkungan nyata. Perangkat ini bisa berupa *smartphone*, tablet, kacamata AR khusus, atau *head-mounted display* (HMD).

Peran utamanya adalah menyajikan elemen virtual kepada pengguna dalam konteks dunia nyata.

2. **Kamera dan Sensor**

   Kamera dan sensor digunakan untuk mengumpulkan data dari dunia nyata. Kamera menangkap gambar lingkungan sekitar, sementara sensor seperti *GPS*, giroskop, dan akselerometer membantu menentukan orientasi dan posisi perangkat. Data ini kemudian digunakan untuk menempatkan elemen virtual secara akurat dalam lingkungan nyata.

3. **Pemrosesan Gambar dan Visi Komputer**

   Teknologi pemrosesan gambar dan visi komputer memungkinkan sistem AR untuk mengenali objek dan lokasi di dunia nyata. Hal ini memungkinkan penempatan elemen digital secara akurat di lingkungan pengguna, serta memungkinkan interaksi antara elemen virtual dan dunia nyata.

4. **Perangkat Lunak (*Software*)**

   Perangkat lunak AR bertanggung jawab untuk menggabungkan elemen digital dengan lingkungan nyata. Ini mencakup pengembangan aplikasi AR, antarmuka pengguna, dan algoritma yang bekerja di belakang layar untuk memastikan integrasi yang mulus antara dunia nyata dan virtual.

5. **Konten Digital**

   Konten digital merupakan elemen virtual seperti gambar, video, animasi, atau model 3D yang ditambahkan ke lingkungan nyata. Konten ini dirancang untuk berinteraksi dengan pengguna dan lingkungan sekitar secara *real time*, memperkaya pengalaman pengguna dalam konteks AR.

Dengan integrasi kelima komponen ini, teknologi AR mampu menciptakan pengalaman yang imersif dengan menggabungkan dunia nyata dan elemen virtual secara harmonis.

2.2.3 Perkembangan AR dalam Dunia Pendidikan

Teknologi *Augmented Reality* (AR) telah mengalami perkembangan pesat dan mulai diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. AR memungkinkan penggabungan elemen digital ke dalam lingkungan nyata, menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif. Dengan kemampuan ini, AR dapat membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak yang sulit dijelaskan melalui metode tradisional (Indriyani & Suryanto, 2021).

Dalam konteks pendidikan, AR telah digunakan untuk memvisualisasikan objek-objek yang kompleks, seperti struktur atom, organ tubuh manusia, atau bangunan bersejarah. Melalui perangkat seperti *smartphone* atau tablet, siswa dapat melihat model 3D dari objek-objek tersebut, yang membantu meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi pelajaran. Selain itu, AR juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar, karena mereka dapat berinteraksi langsung dengan konten pembelajaran (Ultra Gusteti et al., 2023).

Penerapan AR dalam pendidikan tidak hanya terbatas pada mata pelajaran sains atau sejarah, tetapi juga telah merambah ke bidang lain seperti matematika, bahasa, dan seni. Sebagai contoh, dalam pembelajaran matematika, AR dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep geometri dalam bentuk 3D, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami hubungan antar elemen geometris. Dalam pembelajaran bahasa, AR dapat membantu siswa mempelajari kosakata baru dengan menampilkan objek-objek yang sesuai secara visual (Mustaqim, 2016).

Meskipun demikian, penerapan AR dalam pendidikan masih menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi di beberapa sekolah dan kebutuhan akan pelatihan bagi guru untuk mengintegrasikan AR ke dalam kurikulum. Namun, dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut dan meningkatnya kesadaran akan manfaat AR dalam pendidikan, diharapkan teknologi ini

akan semakin banyak digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar di masa depan (Hariyono, 2023).

2.2.4 Keunggulan AR dibanding Media Pembelajaran Konvensional

Dalam era digital saat ini, inovasi teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) telah membawa transformasi besar dalam mode pembelajaran. Dibandingkan pendekatan tradisional yang mengandalkan buku teks, gambar statis, atau mode suara, AR menawarkan pengalaman belajar yang jauh lebih dinamis dan imersih. Teknologi ini menggabungkan elemen dunia nyata dengan objek virtual secara langsung, sehingga menciptakan interaksi yang lebih hidup antara peserta didik dan materi pembelajaran.

Melalui kemampuannya untuk menghadirkan konten tiga dimensi secara nyata di lingkungan sekitar, AR tidak hanya memperkaya menyampaikan materi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif, meningkatkan minat belajar, serta membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam. Dengan berbagai kelebihan yang dimilikinya, AR menjadi alternatif yang lebih efektif dibandingkan media pembelajaran konvesional. Berikut adalah beberapa keuunggulan utama yang ditawarkan oleh teknologi AR dalam dunia pendidikan :

1. **Interaktivitas Tinggi**

   AR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan objek virtual dalam lingkungan nyata, sehingga meningkatkan partisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Interaksi ini membantu memperdalam pemahaman konsep yang diajarkan karena pengguna tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga dapat mengeksplorasi materi secara mandiri.

2. **Visualisasi yang Lebih Nyata**

   Teknologi AR mampu menampilkan objek tiga dimensi (3D) yang realistis, sehingga pengguna dapat memahami bentuk, struktur, dan karakteristik suatu objek dengan lebih jelas dibandingkan ilustrasi dua dimensi dalam buku teks.

3. **Meningkatkan Motivasi Dan Minat**

Penggunaan AR yang inovatif dan menarik dapat meningkatkan motivasi serta minat siswa dalam belajar. Efek visual dan pengalaman imersif yang ditawarkan AR membuat proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan dan tidak monoton.

4. **Fleksibilitas dalam Penyajian Materi**
   Materi pembelajaran berbasis AR dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti smartphone atau tablet, sehingga siswa dapat belajar kapan saja dan di mana saja. Ini meningkatkan fleksibilitas dalam proses belajar yang tidak terbatas pada ruang kelas tradisional.
5. **Mendukung Pembelajaran Berbasis Eksperimen**
   AR memungkinkan simulasi skenario atau percobaan yang sulit atau berbahaya untuk dilakukan secara nyata. Dengan demikian, siswa dapat mempelajari konsep-konsep kompleks atau eksperimen tertentu dengan risiko yang sangat rendah.
6. **Meningkatkan Retensi Informasi**
   Pengalaman belajar yang melibatkan banyak indera (visual, auditori, kinestetik) seperti yang ditawarkan AR terbukti meningkatkan retensi informasi dalam jangka panjang dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

Pengalaman belajar yang melibatkan banyak indera (visual, auditori, kinestetik) seperti yang ditawarkan AR terbukti meningkatkan retensi informasi dalam jangka panjang dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

2.3 *Platform* dan *Tools* Pengembangan Aplikasi AR

Dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR), pemilihan platform dan perangkat lunak (*tools*) yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas, fungsionalitas, dan efisiensi proses pengembangan. Beberapa *tools* yang umum digunakan dalam pembuatan aplikasi AR antara lain adalah *Unity 3D* sebagai *game*

engine utama, *Vuforia SDK* sebagai pustaka AR, dan *Blender* sebagai *software* untuk pembuatan model tiga dimensi. Ketiga platform ini saling terintegrasi dan mendukung pengembangan AR yang interaktif dan realistis.

2.3.1 *Unity 3D*

Unity 3D adalah *game engine* lintas platform yang banyak digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis grafis, termasuk *game*, simulasi, dan aplikasi AR/VR.

Gambar 2. 1 Logo *Unity*

Unity menyediakan antarmuka pengguna yang fleksibel dan mendukung bahasa pemrograman *C#*. Dalam konteks pengembangan AR, *Unity* memungkinkan integrasi dengan berbagai SDK seperti *Vuforia* dan AR *Foundation* untuk membangun aplikasi yang dapat dijalankan pada berbagai perangkat, termasuk *smartphone* berbasis Android. Kelebihan *Unity* terletak pada kemampuannya dalam rendering objek 3D secara *real-time* dan dukungan ekosistem yang luas melalui *Unity Asset Store* (Pratama Tjahyadi et al., 2014).

2.3.2 *Vuforia SDK*

Vuforia SDK merupakan salah satu pustaka (*Software Development Kit*) AR yang populer dan banyak digunakan dalam dunia pendidikan dan industri.

Gambar 2. 2 Logo *Vuforia SDK*

Vuforia memungkinkan pengenalan objek, gambar (*image* target), *marker*, dan bahkan objek *real-world* lainnya sebagai pemicu (*trigger*) untuk menampilkan konten digital. Integrasi antara *Vuforia* dan *Unity* memudahkan pengembang dalam menciptakan aplikasi AR berbasis kamera, di mana objek virtual dapat ditampilkan secara presisi di atas *marker* yang terdeteksi. Selain itu, *Vuforia* mendukung berbagai fitur seperti *ground plane*, model targets, dan *multi-target tracking*, yang sangat berguna dalam pengembangan aplikasi edukatif interaktif (Nugroho & Pramono, 2017).

2.3.3 *Rodin AI Hyper3D* untuk 3D Modeling

Gambar 2. 3 Logo *Rodin AI / Hyper3D*

Rodin AI Hyper3D merupakan sebuah platform kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* yang dikembangkan untuk mendukung integrasi teknologi cerdas dalam berbagai aplikasi digital, termasuk *Augmented Reality*, *Computer Vision*, dan *Machine Learning*. *Rodin AI Hyper3D* memungkinkan pengembang untuk menciptakan sistem

yang mampu mengenali, merespons, dan menyesuaikan informasi secara adaptif berdasarkan masukan dari lingkungan atau pengguna.

Dalam konteks pengembangan aplikasi edukasi berbasis *Augmented Reality*, *Rodin AI Hyper3D* digunakan untuk mendukung proses pemrosesan konten digital secara interaktif. Teknologi ini dapat membantu dalam menyusun alur logika sistem, seperti menampilkan informasi secara dinamis, memutar narasi suara secara otomatis, hingga mengatur interaksi pengguna berdasarkan objek yang dikenali dalam kamera.

Integrasi *Rodin AI Hyper3D* dengan *Unity* dan *Vuforia* pada aplikasi ini memungkinkan sistem untuk berjalan secara lebih efisien dalam menampilkan konten edukatif seperti model 3D ikan hias, narasi suara, dan informasi deskriptif saat marker dikenali. Dengan demikian, pengguna (dalam hal ini siswa sekolah dasar) dapat merasakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan menarik.

Rodin AI Hyper3D tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap, melainkan menjadi bagian penting dalam mendukung respons sistem terhadap interaksi pengguna. Dalam penelitian ini, penggunaan *Rodin AI Hyper3D* difokuskan pada peningkatan kualitas penyajian konten AR serta mendukung penyampaian informasi edukatif yang lebih natural dan mudah dipahami oleh siswa.

Studi terbaru menunjukkan bahwa integrasi AI dan AR dalam dunia pendidikan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, immersif, dan personal, sehingga meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. AI berperan dalam menghadirkan sistem yang adaptif terhadap kebutuhan dan respons pengguna, sementara AR membantu menyajikan informasi dalam bentuk visual yang lebih menarik dan mudah dipahami. Kombinasi keduanya terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi, pemahaman konsep, serta hasil belajar peserta didik secara keseluruhan (Lampropoulos, 2025).

2.4 Metode Pengembangan perangkat Lunak

Dalam pengembangan aplikasi edukatif berbasis *Augmented Reality* (AR), pemilihan metode pengembangan perangkat lunak yang tepat sangatlah krusial untuk memastikan aplikasi mampu beradaptasi terhadap kebutuhan pengguna yang dinamis, terutama anak-anak usia dini. Penelitian ini menggunakan metode *Extreme Programming* (XP), yang merupakan bagian dari pendekatan *Agile*. XP dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas tinggi, mendukung iterasi pengembangan yang cepat, serta menekankan kolaborasi intensif antara pengembang dan pengguna akhir.

Metode XP sangat sesuai untuk proyek pengembangan aplikasi edukatif yang menyasar pengguna anak-anak, di mana kebutuhan pengguna bisa berubah seiring dengan hasil pengujian langsung di lapangan. XP juga mendukung pengembangan secara bertahap dan iteratif, sehingga aplikasi dapat dievaluasi secara berkelanjutan melalui versi-versi rilis awal (*early release*) yang terus diperbaiki.

2.4.1 Pengertian Metode *Extreme programming* (XP)

Extreme Programming (XP) adalah metode pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada peningkatan kualitas perangkat lunak serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan secara cepat. XP sangat menekankan pada praktik-praktik yang mendukung pengembangan kolaboratif, seperti komunikasi intensif, pemrograman berpasangan (*pair programming*), pengujian unit secara otomatis (*automated unit testing*), dan desain sederhana.

Ciri khas XP adalah siklus pengembangan yang cepat (*short development cycles*) dan *continuous feedback* dari pengguna. Ini membuat XP sangat cocok untuk proyek inovatif seperti aplikasi AR yang terus berkembang seiring masukan dari pengguna akhir, dalam hal ini anak-anak dan guru sebagai penguji awal.

2.4.2 Prinsip Dasar *Extreme Programming*

Terdapat lima nilai utama dalam XP yang menjadi pedoman praktiknya, yaitu:

1. ***Communication*** **(Komunikasi)**

Pengembangan perangkat lunak dalam XP menuntut komunikasi yang erat antara anggota tim dan *stakeholder*. Diskusi terbuka dan berkelanjutan menjadi kunci dalam menyelesaikan masalah secara kolaboratif.

2. ***Simplicity* (Kesederhanaan)**

   Solusi yang dikembangkan selalu dijaga tetap sederhana namun fungsional. Kompleksitas yang tidak perlu dihindari agar sistem mudah dipelihara dan diubah jika diperlukan.

3. ***Feedback* (Umpan Balik Cepat)**

   Umpan balik diperoleh melalui pengujian berkelanjutan dan review dari pengguna, memungkinkan pengembang segera mengetahui apakah sistem sesuai dengan kebutuhan.

4. ***Courage* (Keberanian)**

   Tim didorong untuk berani melakukan *refactor* atau mengubah fitur bila ditemukan cara yang lebih efisien atau lebih baik, meskipun itu berarti membongkar bagian kode yang sudah jadi.

5. ***Respect* (Rasa Hormat)**

   Setiap anggota tim saling menghargai kontribusi masing-masing dan bekerja dalam semangat profesionalisme demi kesuksesan bersama.

2.5 *Literature Review*

Teknologi *Augmented Reality* (AR) telah mengalami perkembangan pesat dan diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan, farmasi, kesehatan, desain grafis, teknik, dan transportasi. Dalam dunia pendidikan, AR menawarkan pengalaman belajar interaktif dengan menghadirkan objek tiga dimensi (3D) secara *real-time* yang mengintegrasikan elemen *digital* dengan lingkungan nyata. Penggunaan AR memberikan alternatif inovatif dibandingkan media pembelajaran tradisional seperti buku atau gambar dua dimensi. Teknologi ini memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan model 3D, yang dilengkapi informasi *detail* tentang spesies, habitat, dan karakteristiknya. Dengan keunggulan seperti fitur interaktif, integrasi elemen

visual dan auditori, serta kemampuannya meningkatkan pemahaman materi, AR terbukti efektif merangsang imajinasi dan minat belajar siswa.

Dalam konteks lokal, Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan teknologi ini, terutama dalam pengenalan keanekaragaman hayati lautnya. Sebagai negara maritim, kekayaan spesies ikan hias khas Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai materi edukasi. Akan tetapi, penelitian sebelumnya jarang menyoroti spesies lokal ini secara spesifik. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dengan mengintegrasikan informasi edukatif mengenai ikan hias khas Indonesia ke dalam aplikasi AR. Pendekatan ini tidak hanya mendukung pembelajaran tetapi juga meningkatkan kesadaran pelestarian lingkungan sejak usia dini.

Minimnya aplikasi AR yang berfokus pada pengenalan ikan hias Indonesia menjadi celah penelitian yang diisi oleh penelitian ini. Dengan memanfaatkan teknologi *modern* seperti *Unity* 3D, *Vuforia*, dan *Blender*, penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi berbasis Android yang interaktif dan edukatif. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Extreme Programming* (XP), merupakan sebuah pendekatan iteratif yang memastikan aplikasi memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Kombinasi teknologi canggih dan konten lokal yang kaya menjadikan penelitian ini inovatif dalam mendukung pembelajaran yang menyenangkan sekaligus berorientasi pada konservasi lingkungan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam dunia pendidikan, khususnya dalam konteks pengenalan biota laut. Penelitian oleh (Wulandari et al., 2019a) mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis AR untuk anak usia dini yang fokus pada pengenalan lingkungan laut secara umum. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan AR dapat meningkatkan minat belajar anak, namun tidak membahas secara spesifik tentang ikan hias khas Indonesia.

Penelitian serupa dilakukan oleh (Hsieh, 2021), yang mengembangkan aplikasi *Interactive Aquarium* berbasis AR untuk anak-anak. Aplikasi tersebut memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek ikan laut dalam bentuk 3D. Hasilnya, siswa menunjukkan peningkatan fokus dan ketertarikan belajar. Namun, aplikasi tersebut menggunakan bahasa asing dan tidak dilengkapi fitur narasi, sehingga kurang sesuai jika diterapkan langsung di konteks lokal Indonesia.

Atmoko Nugroho & Baswoeo Ardu Pramono juga mengembangkan media pembelajaran biota laut berbasis Android dengan pendekatan prototyping. Aplikasi yang dikembangkan berhasil meningkatkan pemahaman siswa tentang bentuk dan jenis ikan laut, namun masih terbatas pada aspek visual tanpa adanya fitur suara atau pengenalan spesies lokal (Nugroho & Pramono, 2017).

Selain itu, penelitian oleh (Wibowo, 2018) mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality menggunakan* AR.js untuk membantu anak-anak mengenal berbagai jenis hewan. Aplikasi tersebut mampu menampilkan objek 3D dengan format *.glTF* melalui *browser*, dan diuji coba dengan berbagai marker. Hasilnya menunjukkan bahwa media ini memberikan pengalaman belajar yang menarik dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Namun, penelitian tersebut belum mengangkat konten edukasi yang kontekstual secara lokal, dan belum memanfaatkan fitur suara narasi atau pendekatan berbasis aplikasi *mobile Android* seperti pada penelitian ini.

Penelitian oleh (Ultra Gusteti et al., 2023) juga menunjukkan potensi signifikan dari *Augmented Reality* dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika. Melalui analisis studi literatur, mereka menemukan bahwa AR dapat meningkatkan keterlibatan siswa, memudahkan visualisasi konsep abstrak menjadi representasi 3D, serta memberikan dampak positif terhadap motivasi dan hasil belajar. AR juga terbukti mendukung siswa yang mengalami kesulitan belajar dengan memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan kontekstual. Walaupun

penelitian tersebut berfokus pada matematika, pendekatannya memperkuat keyakinan bahwa teknologi AR juga dapat diadaptasikan secara efektif dalam bidang lain seperti pengenalan biota laut untuk siswa Sekolah Dasar.

Penelitian oleh (Wimatra et al., 2019) mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* berbasis Android sebagai media pembelajaran interaktif untuk pengenalan bentuk dan bagian pesawat bagi taruna dan masyarakat umum. Aplikasi ini menggunakan *Unity 3D* dan Vuforia SDK untuk menampilkan objek pesawat dalam bentuk 3D saat kamera diarahkan ke *marker* tertentu. Pengujian dilakukan pada beberapa perangkat Android dan menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik serta meningkatkan pemahaman pengguna terhadap bagian-bagian pesawat. Namun, aplikasi ini masih belum dilengkapi dengan fitur narasi suara atau konten lokal yang dapat mendukung pembelajaran siswa Sekolah Dasar. Meskipun tidak berfokus pada biota laut, penelitian ini membuktikan efektivitas teknologi AR dalam memvisualisasikan objek edukatif dan dapat menjadi rujukan penting dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis AR

Berdasarkan uraian penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* dalam pembelajaran terbukti mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi visual. Namun, sebagian besar aplikasi yang telah dikembangkan masih bersifat umum dan belum menonjolkan unsur lokalitas, khususnya dalam konteks pengenalan ikan hias laut khas Indonesia.

Selain itu, fitur narasi suara yang berperan penting dalam membantu anak-anak usia dini memahami informasi juga belum banyak diintegrasikan. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang tidak hanya interaktif secara visual, tetapi juga menyajikan konten edukatif yang relevan secara lokal dan dilengkapi dengan fitur narasi suara. Media ini dirancang khusus untuk siswa Sekolah Dasar agar proses belajar menjadi lebih menarik dan mudah dipahami.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR). Fokus utama penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi edukasi yang interaktif dan menarik bagi siswa sekolah dasar untuk mengenal ikan hias laut Indonesia.

Dalam proses pengembangannya, penelitian ini mengadopsi pendekatan *Extreme Programming* (XP) sebagai metode pengembangan sistem. XP merupakan salah satu metode dalam keluarga *Agile Development*, yang dirancang untuk menangani perubahan secara cepat melalui iterasi pendek, keterlibatan langsung pengguna, dan pengujian berkelanjutan. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip XP, pengembangan aplikasi ini diharapkan dapat dilakukan secara adaptif, efisien, dan mampu menghasilkan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan pengguna akhir (Hardiansyah et al., 2023).

Metode XP telah digunakan secara luas dalam pengembangan perangkat lunak edukatif karena mampu memberikan hasil yang lebih cepat dan relevan terhadap kebutuhan pengguna. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Kurniawan dan Kusuma (2021) dalam pengembangan aplikasi AR untuk pembelajaran salat, yang menunjukkan bahwa penggunaan AR yang didukung dengan metode pengembangan sistem yang tepat dapat meningkatkan minat serta pemahaman siswa (Indra Kurniawan & Fajar Surya Kusuma, 2021). Selain itu, Mokodompit et al. (2020) mengembangkan aplikasi edukatif berbasis AR dengan pendekatan iteratif, yang menekankan pada keterlibatan pengguna dalam proses pengembangan (Umri et al., 2023).

Adapun prinsip-prinsip utama dari XP yang diimplementasikan dalam proses pengembangan sistem ini antara lain sebagai berikut:

3.3.1 *Planning* (Perencanaan)

Extreme Programming menawarkan serangkaian praktik yang berfokus pada iterasi singkat, pengujian terus-menerus, dan komunikasi intensif antar anggota tim pengembang maupun dengan pengguna akhir. Dalam konteks aplikasi edukatif untuk siswa sekolah dasar, metode ini memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan fitur aplikasi secara dinamis berdasarkan masukan langsung dari pengguna sasaran, seperti guru dan siswa, sehingga hasil akhir dari pengembangan dapat benar-benar sesuai dengan kebutuhan di lapangan (Hidayatulloh & Nur Isnaini, 2024).

3.3.2 *Design* (Perancangan)

Tahap ini mencakup pengembangan antarmuka pengguna dan arsitektur sistem secara modular dan mudah diakses. Karena aplikasi ditujukan untuk anak-anak, desain visual dibuat menarik dan intuitif. Integrasi *marker* dengan model 3D ikan hias serta elemen edukatif (seperti teks dan suara) turut dirancang agar selaras dengan gaya belajar siswa usia dini. Modularitas struktur sistem memungkinkan pengembangan lebih lanjut tanpa mengganggu sistem utama yang telah dibangun (Menrisal & Wijaya, 2022).

3.3.3 *Coding* (Pengkodean)

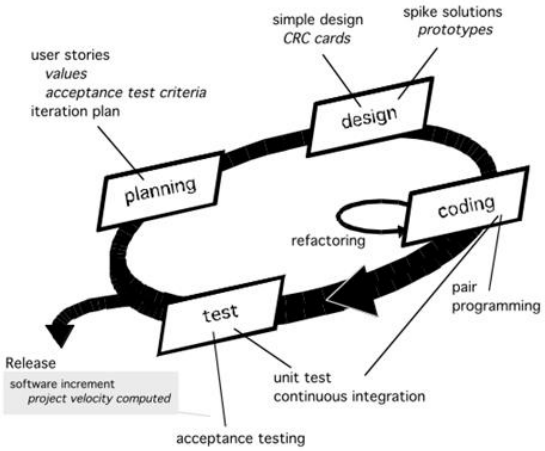
Proses pengembangan dilakukan secara iteratif menggunakan pendekatan *pair programming* dan integrasi berkelanjutan (*continuous integration*). *Tools* yang digunakan antara lain *Unity* dan *Vuforia* untuk fungsi AR, serta *Visual Studio* sebagai *platform* pengembangan aplikasi *mobile*. Bahasa pemrograman yang digunakan mencakup *C#*, yang telah teruji untuk keperluan lintas platform dan integrasi sistem (Said et al., 2025).

3.3.4 *Testing* (Pengujian)

Pengujian dilakukan secara berkala menggunakan metode *black box*, yang berfokus pada hasil fungsional berdasarkan input pengguna tanpa memeriksa struktur internal kode. Pengujian mencakup pendeteksian *marker*, pemunculan objek 3D, keluaran suara, dan keakuratan informasi edukatif. Evaluasi informal terhadap

pengguna juga dilakukan untuk menilai kemudahan penggunaan dan efektivitas aplikasi sebagai media belajar interaktif (Tedi Gunawan, 2023)

Tahapan-tahapan tersebut dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram berikut untuk mempermudah pemahaman proses pengembangan sistem:



Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Metode *Extreme Programming* (XP)

3.2 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan yang menitikberatkan pada proses pengembangan aplikasi digital secara bertahap dan sistematis. Pendekatan ini dipilih karena dinilai mampu menjawab kebutuhan dalam merancang produk teknologi edukatif yang adaptif, khususnya bagi kalangan pengguna anak-anak sekolah dasar. Proses pengembangannya mencakup beberapa tahap penting, mulai dari identifikasi kebutuhan pengguna sebagai dasar konseptual, dilanjutkan dengan perancangan antarmuka pengguna yang ramah anak, implementasi fitur-fitur interaktif, hingga pengujian menyeluruh terhadap sistem yang telah dibangun. Setiap tahap dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kebermanfaatan, kemudahan penggunaan, dan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan yang mungkin muncul selama proses pengembangan berlangsung.

Dalam praktiknya, perhatian utama diberikan pada bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan secara optimal untuk menciptakan sebuah pengalaman belajar yang tidak

hanya informatif, tetapi juga menyenangkan dan bermakna bagi siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, teknologi *Augmented Reality* (AR) dipilih sebagai media utama dalam pengembangan aplikasi. AR dinilai memiliki kemampuan menyajikan informasi secara visual dan interaktif, yang mana sangat sesuai dengan karakteristik cara belajar anak-anak usia sekolah dasar. Melalui pendekatan ini, materi pembelajaran dapat ditransformasikan ke dalam bentuk visualisasi tiga dimensi yang atraktif, sehingga memudahkan siswa dalam memahami konsep yang disampaikan secara lebih mendalam dan intuitif (Fakhrudin & Kuswidyanarko, 2020).

Lebih jauh, pendekatan pengembangan semacam ini juga mendorong terwujudnya inovasi dalam dunia pembelajaran digital yang selaras dengan kemajuan teknologi. Dengan terus mengikuti perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, model pengembangan aplikasi edukatif yang digunakan dalam penelitian ini bersifat fleksibel dan dapat dengan mudah diperbarui sesuai dengan dinamika kebutuhan pendidikan di masa depan. Inovasi dalam media pembelajaran tidak hanya penting untuk meningkatkan minat belajar siswa, tetapi juga menjadi sarana strategis dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih kontekstual dan relevan dengan era digital saat ini (Fajariyah & Hanik, 2024).

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SDN Ciburial 01, Desa Mekar Saluyu, Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung. Sekolah ini dipilih karena memiliki siswa kelas IV yang sesuai dengan target pengguna aplikasi, serta dukungan dari pihak guru yang bersedia menjadi responden dalam proses uji coba aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* ini.

3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk memahami apa saja yang dibutuhkan oleh pengguna serta bagaimana sistem akan bekerja. Analisis ini mencakup identifikasi teknologi utama yang digunakan, serta perumusan kebutuhan fungsional dan non-

fungsional dari sistem. Dalam konteks aplikasi edukatif berbasis *Augmented Reality* (AR), analisis ini sangat penting untuk memastikan aplikasi dapat memenuhi tujuan pembelajaran yang interaktif, menarik, dan mudah digunakan oleh anak-anak usia dini.

3.3.1 Analisis Teknologi *Augmented Reality*

Teknologi *Augmented Reality* (AR) dipilih karena kemampuannya dalam menyajikan objek virtual secara *real-time* di lingkungan nyata, yang sangat efektif untuk meningkatkan daya tarik dan pemahaman dalam proses pembelajaran anak-anak. AR memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan model 3D ikan hias laut melalui perangkat Android.

Sistem AR yang digunakan berbasis *marker-based tracking*, di mana objek 3D ikan hias akan muncul ketika kamera mendeteksi marker tertentu. Aplikasi ini memanfaatkan:

- ***Unity Engine*** untuk antarmuka dan logika sistem,
- ***Vuforia SDK*** untuk pengenalan *marker*,
- **Model 3D ikan hias** sebagai konten utama edukatif.

Untuk mewujudkan sistem tersebut, digunakan beberapa komponen teknologi utama seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Komponen Teknologi *Augmented Reality* pada Aplikasi

No.	Komponen	Deskripsi
1	Kamera Perangkat	Menangkap gambar dan mendeteksi *marker* untuk menampilkan objek 3D.
2	*Marker AR*	Penanda visual yang digunakan sebagai pemicu tampilan konten AR
3	*Unity Engine*	*Platform* pengembangan aplikasi dan integrasi AR berbasis Android.
4	*Vuforia SDK*	*SDK* untuk deteksi marker dan pemrosesan objek virtual secara *real-time*.

5	*Model 3D Ikan Hias*	Objek 3D dari berbagai jenis ikan hias laut Indonesia.
6	Android *Device*	Perangkat pengguna yang digunakan untuk menjalankan aplikasi.

3.3.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menjelaskan fungsi-fungsi utama yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan penggunaannya. Adapun kebutuhan fungsional dari aplikasi ini meliputi :

1. **Deteksi *Marker*:**
   Sistem dapat mengenali marker yang ditunjukkan oleh pengguna melalui kamera perangkat.
2. **Visualisasi 3D Ikan Hias:**
   Setelah marker dikenali, aplikasi menampilkan model 3D ikan hias laut Indonesia secara *real-time*.
3. **Penyajian Informasi Edukatif:**
   Sistem menyediakan informasi berupa teks atau audio mengenai nama, ciri khas, dan habitat ikan.
4. **Navigasi Menu:**
   Pengguna dapat mengakses halaman utama, mode AR, informasi ikan, dan panduan penggunaan.
5. **Fitur Panduan Interaktif:**
   Menyediakan petunjuk penggunaan aplikasi dalam bentuk visual atau teks sederhana.
6. **Kompatibilitas Android:**
   Aplikasi harus berjalan minimal di Android versi 8.0 (Oreo) atau di atasnya

3.4.3 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non-fungsional menggambarkan kualitas dan batasan sistem dari segi performa, antarmuka, dan ketahanan. Kebutuhan non-fungsional aplikasi ini meliputi:

1. **Responsivitas:**
   Sistem harus merespons *marker* dan input pengguna secara cepat tanpa hambatan.
2. **Desain Antarmuka Ramah Anak:**
   Tampilan menggunakan warna cerah, ikon besar, dan tata letak sederhana.
3. **Efisiensi Penyimpanan:**
   Ukuran file aplikasi dioptimalkan agar tidak memberatkan perangkat.
4. **Stabilitas dan Keandalan**:
   Aplikasi tidak boleh mengalami *crash* selama penggunaan normal, termasuk saat berpindah menu.
5. **Fleksibilitas Cahaya:**
   Deteksi *marker* tetap berfungsi dalam berbagai kondisi pencahayaan.
6. ***Offline Mode*:**
   Aplikasi dapat berjalan tanpa koneksi internet setelah instalasi.
7. **Kompatibilitas Perangkat:**
   Aplikasi diuji agar dapat digunakan di berbagai perangkat Android dengan kamera aktif.

3.4 Perancangan Sistem

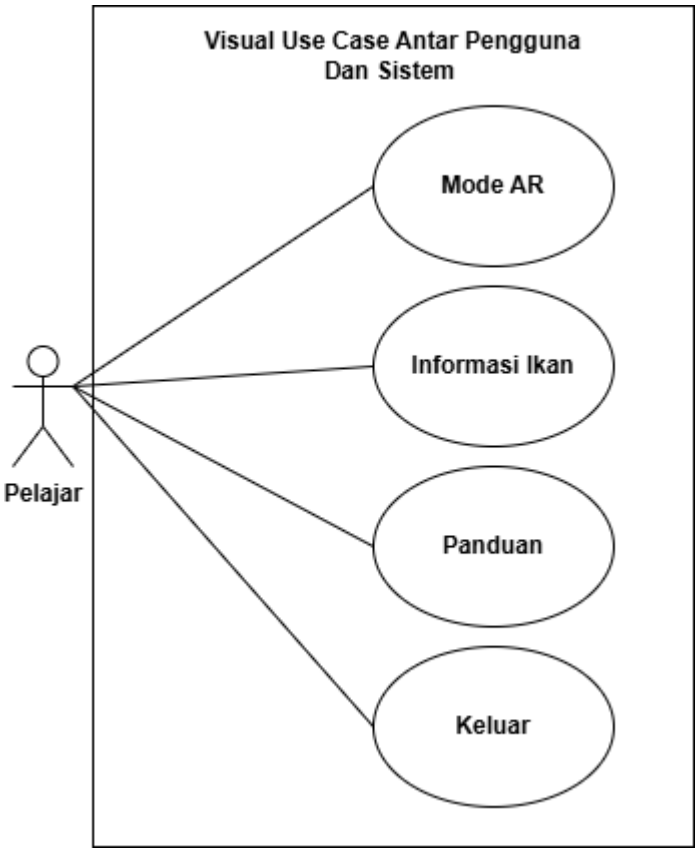
Perancangan sistem merupakan tahap penting dalam pengembangan aplikasi karena menggambarkan struktur dan alur kerja sistem sebelum proses implementasi dilakukan. Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan dalam pemodelan sistem adalah *Unified Modeling Language* (UML) yang mencakup *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Use Case Scenario*. Pemodelan ini bertujuan untuk memudahkan dalam menjelaskan interaksi antara pengguna dan sistem, serta mendefinisikan fitur-fitur utama yang akan dikembangkan. Melalui perancangan ini,

pengembang dapat lebih mudah memetakan kebutuhan fungsional aplikasi dan memastikan setiap fitur telah sesuai dengan tujuan awal pembuatan sistem. Pemanfaatan UML dalam perancangan aplikasi edukasi berbasis *Augmented Reality* seperti ini juga sejalan dengan pendekatan dalam penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa pemodelan sistem secara visual dapat meningkatkan pemahaman terhadap proses dan fungsionalitas sistem secara menyeluruh (Nopriandi, 2018).

3.4.1 *Use Case* Diagram

Use Case Diagram merupakan salah satu jenis diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML) yang memiliki fungsi utama untuk menggambarkan hubungan antara aktor (pengguna eksternal atau sistem lain) dan fitur-fitur atau fungsi yang disediakan oleh sistem. Diagram ini menyajikan gambaran visual mengenai bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem, serta layanan apa saja yang dapat diakses berdasarkan peran atau tujuan mereka. Melalui pendekatan ini, perancang sistem dapat memperoleh pemahaman yang lebih jelas terhadap kebutuhan pengguna dari sudut pandang fungsionalitas.

Penggunaan *use case diagram* sangat penting dalam tahap awal pengembangan perangkat lunak karena mampu mengidentifikasi batasan sistem dan mendefinisikan skenario penggunaan dengan lebih sistematis. Setiap *use case* menggambarkan alur spesifik dari proses yang bernilai bagi aktor, dan biasanya disusun dalam bentuk yang mudah dimengerti, bahkan oleh pihak non-teknis seperti klien atau stakeholder. Hal ini menjadikan *use case diagram* sebagai alat komunikasi yang efektif dalam menjembatani kebutuhan bisnis dan desain teknis (Fu'adi & Prianggono, 2022).



Gambar 3. 2 *Use Case Diagram* Aplikasi Pengenalan Ikan Hias

Diagram di atas merupakan *use case* yang menggambarkan alur fungsi utama pada sebuah aplikasi. Terdapat dua fitur utama: menu utama dan mode AR. Fitur menu utama memiliki *use case* "mengakses menu utama", yang memungkinkan pengguna untuk menavigasi ke berbagai bagian aplikasi. Sementara itu, mode AR memiliki dua use case tambahan, yaitu "melihat ikan dalam mode AR" dan "membaca informasi tentang ikan". Relasi langsung antara pengguna dan setiap *use case* menunjukkan bahwa pengguna dapat berinteraksi dengan fitur-fitur tersebut secara langsung, memastikan pengalaman yang informatif dan interaktif dalam aplikasi.

Untuk memperjelas fungsi masing-masing *use case*, berikut disajikan tabel penjelasannya:

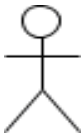
Tabel 3. 2 *Use Case* Aplikasi Pengenalan Ikan Hias

No	*Use Case*	Aktor	Deskripsi
1	Mode AR	Pelajar	Menampilkan ikan hias laut dalam bentuk 3D menggunakan kamera melalui *marker* AR.
2	Info Ikan	Pelajar	Menyediakan informasi edukatif mengenai nama, habitat, dan ciri-ciri ikan.
3	Panduan	Pelajar	Memberikan petunjuk cara menggunakan aplikasi dan fitur-fiturnya.
4	Keluar	Pelajar	Menutup aplikasi dan keluar dari sesi penggunaan.

Melalui diagram dan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem dirancang dengan antarmuka yang sederhana namun fungsional, memudahkan pelajar dalam menjelajahi konten edukatif secara interaktif dan intuitif.

Berikut ini adalah penjelasan dari setiap simbol yang digunakan dalam *use case* diagram :

Tabel 3. 3 Simbol *Use Case*

Simbol	Nama	Keterangan
	*Actor*	Menspesifikasikan himpuan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan *use case*.
	Association	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.

	Use Case	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu actor
	Activities	*Activities*, menggambarkan suatu proses atau kegiatan bisnis

3.4.2 *Use Case Scenario*

Tabel *Use Case Scenario* menggambarkan interaksi pengguna dengan aplikasi pengenalan ikan hias berbasis *Augmented Reality* (AR). *Use case* ini berjudul "Pengenalan Ikan Hias dengan Teknologi AR", dengan aktor utama pelajar sebagai pengguna dan sistem aplikasi sebagai penyedia informasi berbasis *augmented reality* (AR). Tujuan utama adalah membantu pelajar mengenali berbagai jenis ikan hias secara interaktif melalui visualisasi 3D yang disertai dengan informasi edukatif.

Prasyarat aplikasi meliputi instalasi aplikasi di perangkat *Android*, *Camera Smartphone* dengan kualitas yang cukup untuk pemindaian, serta marker yang sesuai untuk menampilkan objek 3D. Proses dimulai ketika pelajar membuka aplikasi, memilih menu "*Scan AR*", dan memindai *marker* yang telah disediakan. Setelah itu, sistem akan menampilkan model 3D ikan hias beserta informasi mengenai spesies, habitat, dan karakteristiknya.

Jika *marker* tidak dikenali, sistem akan memberikan peringatan agar pengguna memastikan pencahayaan yang cukup atau mencoba pemindaian ulang. Hasil akhirnya adalah pelajar dapat mengenali ikan hias secara visual, memahami informasi terkait, dan mendapatkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif. Manfaat dari aplikasi ini adalah meningkatkan pemahaman pelajar tentang ikan hias, memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dengan teknologi AR, serta memungkinkan

eksplorasi informasi dengan cara yang lebih inovatif. Berikut adalah tabel *use case scenario*.

Tabel 3. 4 Use Case Mmebuka Fitur AR

Use Case	**Pengenalan Ikan Hias AR**
Aktor	Pelajar (Pengguna)
Deskripsi	Pengguna membuka fitur Mode AR untuk melihat model ikan hias dalam bentuk 3D melalui kamera perangkat.
Prasyarat	- Aplikasi sudah terinstal dan berjalan. - Kamera perangkat dalam kondisi baik. - Izin akses kamera telah diberikan.
Alur Normal	1. Pengguna membuka aplikasi. 2. Pengguna memilih menu "Mode AR". 3. Sistem mengaktifkan kamera perangkat. 4. Sistem menampilkan tampilan kamera dan instruksi penggunaan.
Alur Alternatif	3a. Jika kamera tidak aktif, sistem meminta izin akses. 3b. Jika perangkat tidak mendukung AR, sistem menampilkan pesan kesalahan.
Hasil Akhir	Kamera siap digunakan untuk menampilkan model ikan hias dalam mode AR.
Manfaat	- Memudahkan pengguna dalam menggunakan fitur AR. - Memberikan pengalaman interaktif sebelum melakukan pemindaian marker.

Tabel 3. 5 Membuka Fitur Info Ikan

Use Case	**Pengenalan Ikan Hias AR**
Aktor	Pelajar (Pengguna)
Deskripsi	Pengguna dapat membuka fitur Info Ikan untuk membaca informasi tentang spesies ikan hias.
Prasyarat	- Aplikasi telah dibuka. - Koneksi internet (jika data diambil secara online).
Alur Normal	1. Pengguna membuka aplikasi. 2. Pengguna memilih menu "Info Ikan". 3. Sistem menampilkan daftar ikan hias. 4. Pengguna memilih salah satu ikan untuk melihat detail informasinya. 5. Sistem menampilkan informasi ikan seperti nama, habitat, dan karakteristiknya.
Alur Alternatif	3a. Jika data tidak tersedia, sistem menampilkan pesan error. 3b. Jika koneksi internet tidak stabil, sistem menampilkan informasi offline (jika tersedia).
Hasil Akhir	Pengguna dapat membaca dan memahami informasi tentang berbagai jenis ikan hias.
Manfaat	- Memberikan edukasi tentang ikan hias secara interaktif. - Memudahkan pelajar dalam mengakses informasi ikan secara visual dan deskriptif.

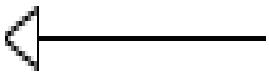
3.4.3 *Activity Diagram*

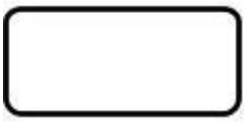
Activity Diagram merupakan salah satu diagram dalam UML yang berfungsi untuk memberikan alur aktivitas atau proses dalam suatu sistem. Diagram ini bermanfaat untuk menggambarkan aliran kerja (*workflow*), baik yang berkaitan dengan sistem perangkat lunak, proses bisnis, maupun aktivitas lainnya.

Sebelum melihat lebih lanjut diagram aktivitas yang ditampilkan pada subbab sebelumnya, perlu dijelaskan terlebih dahulu simbol-simbol yang digunakan dalam pemodelan *activity diagram* berbasis UML. Simbol ini akan membantu pembaca memahami makna dari setiap elemen yang muncul dalam diagram. Simbol-simbol berikut mengacu pada standar pemodelan menurut (Puspa Dewi & Indahyanti, 2012).

3.4.4 Simbol – Simbol UML dalam *Activity Diagram*

Tabel 3. 6 Simbol – Simbol *Activity Diagram*

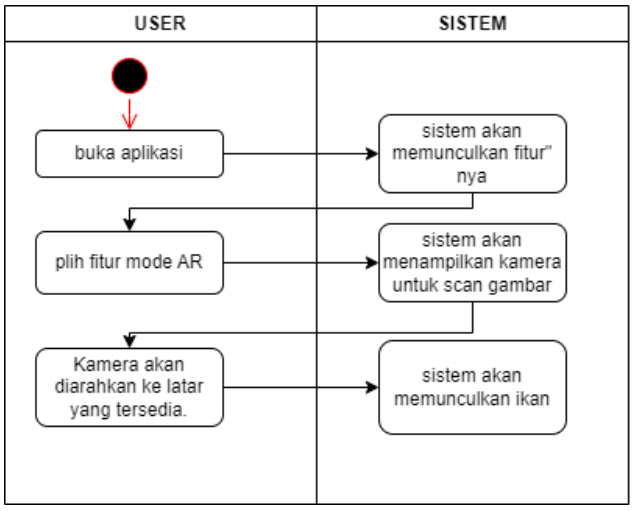
Simbol	Nama	Keterangan
	Start	*Start Point* merupakan awal dari aktivitas odul sistem aplikasi
	Vertical Conteiner	Simbol *vertical container* dalam *use case diagram* digunakan untuk menunjukkan batasan sistem, yang membedakan antara fungsionalitas internal sistem dan aktor eksternal yang berinteraksi dengannya.
	*Extend*	Menspesifikasikan bahwa *use case* target memperluas perilaku dari *use case* sumber pada suatu titik yang diberikan.

	*Activities*	*Activities*, menggambarkan suatu proses atau kegiatan bisnis

Penjelasan simbol pada tabel di atas bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada pembaca mengenai elemen-elemen yang digunakan dalam *activity diagram*. Setiap simbol memiliki fungsi tersendiri dalam menggambarkan alur proses sistem. Dengan mengetahui arti dari masing-masing simbol, pembaca dapat lebih mudah memahami diagram aktivitas yang telah disajikan pada subbab sebelumnya.

Activity Diagram membuka fitur mode AR

Pada *Activity Diagram* membuka fitur mode AR, ditunjukkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi untuk mengaktifkan mode *Augmented Reality* (AR). Diagram ini menggambarkan langkah-langkah dari awal pengguna membuka aplikasi hingga sistem menampilkan objek ikan secara virtual setelah kamera diarahkan ke latar yang tersedia.



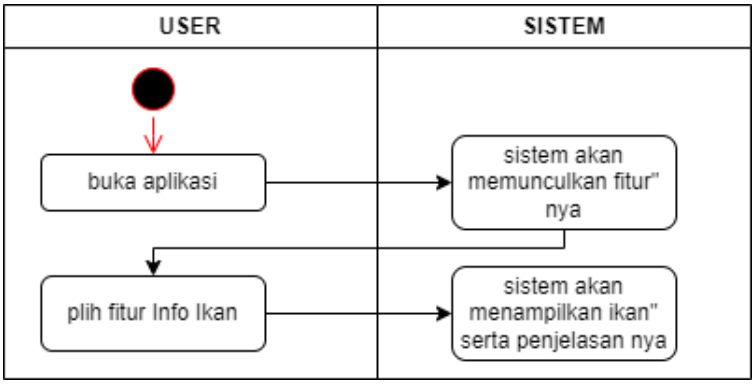
Gambar 3. 3 *Activity Diagram*

Gambar 3.3 menggambarkan *activity* saat menjalankan aplikasi. Diagram ini menunjukkan alur interaksi antara pengguna dan sistem pada aplikasi berbasis AR.

Pengguna memulai dengan membuka aplikasi, lalu sistem menampilkan fitur-fitur yang tersedia. Setelah pengguna memilih mode AR, sistem mengaktifkan kamera untuk memindai gambar. Pengguna kemudian mengarahkan kamera ke latar yang tersedia, dan sistem akan memunculkan objek ikan secara virtual.

***Activity Diagram* Membuka fitur info ikan:**

Pada *Activity Diagram* membuka fitur Info Ikan, dijelaskan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi untuk mengakses informasi mengenai ikan. Diagram ini menggambarkan tahapan dari saat pengguna membuka aplikasi hingga sistem menampilkan detail informasi tentang ikan yang dipilih.



Gambar 3. 4 *User* Membuka Fitur Ikan

Gambar 3.4 menunjukkan alur interaksi antara pengguna dan sistem dalam aplikasi berbasis informasi ikan. Pengguna memulai dengan membuka aplikasi, kemudian sistem akan menampilkan berbagai fitur yang tersedia. Setelah pengguna memilih fitur "Info Ikan," sistem akan menampilkan daftar ikan beserta informasi dan penjelasan lengkapnya. Dengan adanya diagram ini, alur kerja aplikasi menjadi lebih sistematis dan mudah dipahami.

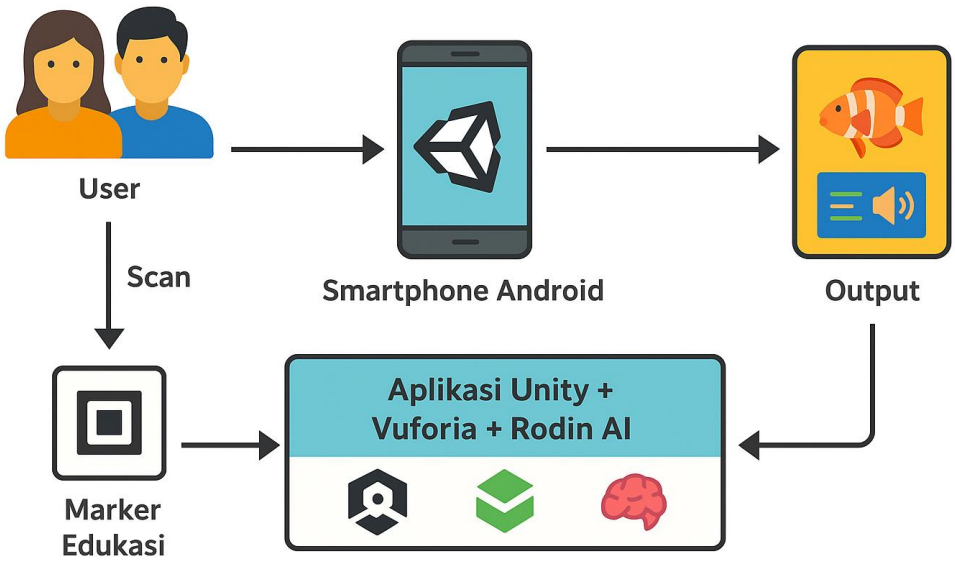
3.4.5 Diagram Arsitektur Sistem

Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai hubungan antar komponen dalam aplikasi yang dikembangkan, berikut disajikan diagram arsitektur sistem.

Diagram ini menggambarkan alur interaksi antara pengguna, perangkat, serta modul internal aplikasi yang bekerja dalam menampilkan konten edukatif berbasis *Augmented Reality* (AR).

Aplikasi dikembangkan menggunakan platform *Unity* dengan integrasi *Vuforia SDK* untuk pemrosesan marker dan deteksi objek, serta didukung oleh *Rodin AI* untuk pengelolaan animasi dan visualisasi objek 3D. Pengguna berupa siswa dan guru berinteraksi langsung melalui perangkat Android, dengan cara memindai *marker* yang telah dicetak. Setelah *marker* terdeteksi, sistem akan menampilkan objek ikan hias dalam bentuk 3D, disertai narasi suara dan informasi edukatif di layar perangkat pengguna.

Gambar di bawah ini memperlihatkan struktur aliran data dan proses dalam sistem:



Gambar 3. 5 Diagram Arsitektur Sistem

Diagram ini menunjukkan bahwa proses dimulai dari interaksi pengguna (guru dan siswa) yang memindai marker menggunakan kamera smartphone. *Marker* dikenali oleh modul Vuforia yang kemudian memanggil model 3D ikan dari dalam aplikasi.

Selanjutnya, informasi pendukung seperti nama ikan, habitat, dan suara narasi ditampilkan melalui layar perangkat. Seluruh proses ini berjalan secara lokal tanpa koneksi internet, dengan tujuan agar aplikasi dapat digunakan secara mandiri di lingkungan sekolah dasar.

3.5 Perancangan Antarmuka Aplikasi

Perancangan antarmuka pengguna *(User Interface/UI*) merupakan aspek krusial dalam pengembangan aplikasi edukatif, khususnya untuk pengguna anak-anak usia dini. Dalam penelitian ini, antarmuka dirancang dengan pendekatan visual edukatif dan interaktif, yang tidak hanya berfokus pada kemudahan penggunaan (*usability*), tetapi juga pada aspek daya tarik visual dan pengalaman pengguna (*user experience/UX*).

Aplikasi pengenalan ikan hias ini mengusung tema bawah laut, dengan ilustrasi yang menggambarkan suasana laut tropis Indonesia. Warna biru laut yang dominan dikombinasikan dengan ikon-ikon berwarna cerah seperti hijau, kuning, dan oranye, dengan tujuan meningkatkan perhatian dan konsentrasi anak-anak. Penggunaan tombol besar dan label yang jelas bertujuan mempermudah interaksi pengguna, terutama anak-anak yang baru belajar menggunakan teknologi digital.

Desain antarmuka ini tidak hanya mempertimbangkan estetika, tetapi juga mengadopsi prinsip *child-centered design*, yakni pendekatan yang fokus pada cara berpikir, kebiasaan, dan kemampuan anak-anak dalam berinteraksi dengan perangkat lunak. Oleh karena itu, setiap tampilan, menu, dan fitur dirancang agar intuitif, menyenangkan, serta mampu membangkitkan rasa ingin tahu pengguna.

Desain aplikasi ini dibagi ke dalam beberapa bagian utama, sebagaimana dijelaskan berikut ini.

3.5.1 Tampilan Halaman Utama

Tampilan halaman utama berfungsi sebagai pintu masuk ke seluruh fitur aplikasi. Desain halaman ini dibuat sederhana, komunikatif, dan bernuansa laut yang ceria. Latar

belakang menggunakan ilustrasi bawah laut lengkap dengan gambar ikan, terumbu karang, dan elemen visual lainnya, sehingga menciptakan suasana yang sesuai dengan tema pembelajaran.

Di bagian atas, terdapat logo dan nama aplikasi "3D FISH" yang menjadi identitas visual. Di bawahnya, pengguna disajikan empat tombol utama berwarna hijau cerah dengan ikon yang mudah dikenali, yaitu:

- **MODE AR**: Mengakses fitur *Augmented Reality* untuk melihat ikan hias dalam bentuk 3D.
- **Info Ikan**: Menampilkan informasi edukatif terkait jenis-jenis ikan hias laut.
- **Panduan**: Menjelaskan cara penggunaan aplikasi secara ringkas dan visual.
- **Keluar**: Untuk menutup aplikasi.

Desain ini memberikan kesan menyenangkan dan membuat pengguna langsung memahami arah penggu naan aplikasi sejak pertama kali masuk.

Gambar 3. 6 Tampilan halaman utama aplikasi *3D Fish* dengan menu navigasi utama dan ilustrasi bawah laut.

3.5.2 Tampilan Mode AR

Fitur Mode AR (*Augmented Reality*) merupakan bagian utama dari aplikasi yang memungkinkan pengguna melihat ikan hias dalam bentuk tiga dimensi (3D) secara

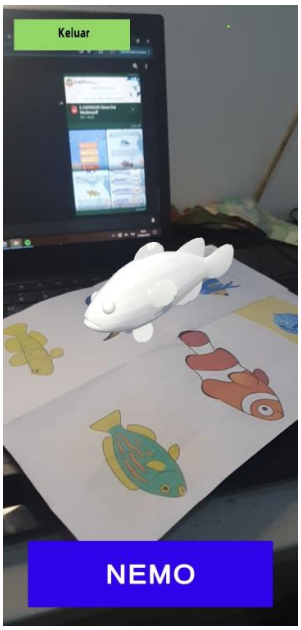
langsung melalui kamera perangkat Android. Setelah pengguna memilih menu Mode AR, aplikasi akan mengaktifkan kamera dan memulai proses pemindaian *marker*.

Apabila *marker* terdeteksi, sistem akan menampilkan model ikan 3D di atas marker fisik. Dalam gambar berikut, sistem berhasil mengenali marker bergambar ikan Nemo dan menampilkan bentuk 3D ikan tersebut secara real-time di layar.

Tampilan antarmuka fitur ini dilengkapi dua komponen utama:

- **Tombol "Keluar"** di bagian atas layar, yang digunakan untuk kembali ke menu utama kapan saja.
- **Tombol "NEMO"** di bagian bawah layar, yang akan memutar audio penjelasan tentang ikan Nemo saat ditekan. Fitur ini bertujuan memberikan pembelajaran audio-visual, sehingga pengguna tidak hanya melihat, tetapi juga mendengar informasi terkait ikan yang muncul.

Tampilan ini dirancang sederhana dan ramah anak. Interaksi langsung dengan *marker*, objek 3D, dan audio menjadikan proses pengenalan ikan hias menjadi lebih menyenangkan, interaktif, dan mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar.



Gambar 3. 7 Tampilan Mode AR di *Unity Editor*

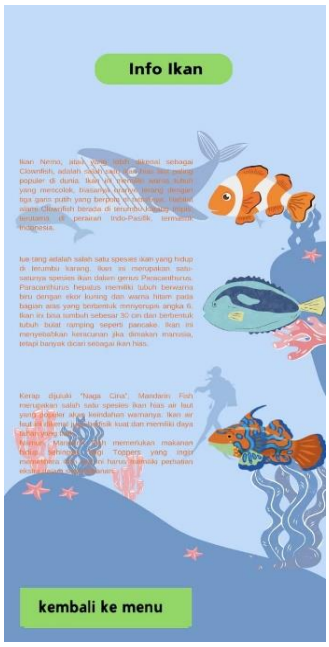
3.5.3 Halaman Informasi Tentang Ikan

Fitur Info Ikan menyajikan informasi deskriptif mengenai beberapa spesies ikan hias laut Indonesia. Halaman ini memuat daftar ikan dalam bentuk ikon atau kartu yang dapat diklik, dan saat dipilih, akan menampilkan halaman informasi lengkap.

Setiap informasi ikan mencakup:

- Nama umum dan nama ilmiah.
- Habitat alami.
- Ciri-ciri fisik dan warna.
- Makanan utama.
- Peran dalam ekosistem laut.

Tampilan visual ikan diperbesar di bagian tengah halaman agar pengguna dapat mengamati bentuknya secara detail. Desain halaman ini tetap menggunakan tema laut, dengan teks yang besar dan warna yang kontras untuk memudahkan pembacaan oleh anak-anak.



Gambar 3. 8 Tampilan Halaman Informasi Ikan

3.5.4 Panduan Pengguna Aplikasi

Halaman panduan disediakan untuk memudahkan pengguna Murid serta Guru dalam memahami langkah-langkah menggunakan aplikasi. Panduan disusun dalam bentuk ilustrasi sederhana dengan teks pendek, menghindari kalimat panjang dan teknis yang sulit dipahami anak.

Langkah-langkah yang dijelaskan dalam panduan, antara lain:

1. Buka aplikasi dan tunggu menu utama muncul.
2. Pilih menu Mode AR.
3. Berikan izin kamera jika diminta.
4. Arahkan kamera ke *marker* ikan yang telah dicetak.
5. Tunggu hingga objek ikan muncul dalam bentuk 3D.
6. Sentuh objek untuk melihat informasi tambahan.

Jika terjadi kegagalan deteksi *marker*, pengguna akan diarahkan untuk:

- Meningkatkan pencahayaan ruangan.
- Memastikan kamera tidak tertutup.
- Mengulang proses pemindaian.

Panduan ini dirancang untuk memastikan aplikasi dapat digunakan secara mandiri, bahkan oleh anak-anak sekalipun.

Gambar 3. 9 Panduan Tata Cara Menggunakan Fitur AR

3.6 *Design*

Aplikasi ini dirancang untuk menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan, terutama bagi anak-anak. Antarmuka aplikasi mengusung tema laut dengan elemen visual yang ceria, serta dilengkapi tombol navigasi utama seperti "*Play*", "*Menu*", "*About Apps*", dan "*Exit*". Mode *Play* memanfaatkan kamera perangkat untuk menampilkan model 3D ikan hias yang dirancang menggunakan

Blender. Model ikan tersebut disertai animasi realistis seperti gerakan berenang, serta dilengkapi informasi *overlay* yang mencantumkan nama dan deskripsi ikan. Fitur Menu menyediakan daftar ikan yang ditampilkan dalam bentuk ikon, memungkinkan pengguna memilih ikan tertentu untuk dilihat dalam mode AR. Sementara itu, halaman *About Apps* memberikan informasi mengenai aplikasi dan pengembangnya, diperkaya dengan elemen visual yang mendukung tampilan.

Desain aplikasi dimulai dengan tahap perancangan yang mencakup pembuatan antarmuka pengguna, struktur menu, serta alur interaksi antara pengguna dan fitur *Augmented Reality* (AR) serta tantangan pencarian objek. Proses ini juga mencakup penyusunan deskripsi dan visualisasi yang jelas melalui skenario, seperti *use case diagram* dan *activity diagram*, untuk menganalisis kegiatan serta struktur aplikasi yang sedang dikembangkan.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap di mana hasil perancangan aplikasi yang telah dijabarkan pada Bab III diubah menjadi sebuah sistem yang dapat dijalankan. Aplikasi yang dikembangkan adalah *3D Fish*, yaitu aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang bertujuan untuk memperkenalkan jenis-jenis ikan hias laut kepada siswa Sekolah Dasar. Sistem ini dibangun menggunakan pendekatan *Extreme Programming* (XP), sehingga pengembangan dilakukan secara bertahap dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

Aplikasi ini memiliki beberapa komponen utama, seperti tampilan antarmuka pengguna (*user interface*), fitur deteksi *marker* AR, pemunculan model ikan dalam bentuk 3D, serta informasi edukatif yang dilengkapi dengan suara narasi. Implementasi dilakukan dalam beberapa bagian yang dijelaskan pada subbab berikut.

4.1.1 Lingkungan dan Teknologi Pengembangan

Dalam tahap implementasi sistem, pengembangan aplikasi *3D Fish* dilakukan menggunakan beberapa tools yang sebelumnya telah dijelaskan pada Bab II. *Unity 3D* digunakan sebagai game engine utama untuk menyusun antarmuka dan mengelola integrasi dengan *Vuforia SDK* sebagai *library Augmented Reality*.

Model ikan 3D yang ditampilkan dalam aplikasi dibuat menggunakan *Rodin AI,* yaitu platform *AI-based 3D* asset generator yang memungkinkan pembuatan model secara efisien dan realistis. Hasil model kemudian diimpor ke *Unity* untuk proses integrasi lebih lanjut.

Gambar berikut menunjukkan tampilan antarmuka *Unity* saat proses integrasi model ikan hias dalam *scene Mode AR*. Setiap model ikan dihubungkan dengan *marker*

masing-masing dan dilengkapi dengan elemen audio narasi untuk mendukung pembelajaran.

Gambar 4. 1 Tampilan antarmuka *Unity* pada proses implementasi objek ikan hias menggunakan teknologi *Augmented Reality*

Selanjutnya, proses build dan instalasi aplikasi ke perangkat Android dilakukan melalui Android Studio. Bahasa pemrograman *C#* digunakan untuk menulis logika aplikasi dan mengatur interaksi antar objek. Pengujian sistem dilakukan menggunakan beberapa perangkat Android dengan spesifikasi minimal RAM 2 GB dan sistem operasi Android 8.0 ke atas.

4.1.2 Hasil Tampilan Antar Aplikasi

Tampilan antarmuka pada aplikasi *3D Fish* dirancang untuk mendukung kemudahan penggunaan serta kenyamanan visual bagi siswa Sekolah Dasar. Antarmuka menggunakan warna-warna cerah, ilustrasi menarik, serta ikon dan teks yang mudah dipahami. Hal ini bertujuan agar pengguna, terutama anak-anak, dapat mengoperasikan aplikasi secara mandiri dan menyenangkan.

Berikut ini adalah hasil implementasi dari beberapa tampilan utama dalam aplikasi:

1. **Halaman Menu Utama**

   Halaman ini merupakan tampilan pertama setelah pengguna masuk ke dalam aplikasi. Terdapat empat tombol utama, yaitu:

   - **Mode AR**: untuk mengaktifkan kamera dan memindai *marker* agar ikan 3D muncul.
   - **Informasi Ikan**: berisi penjelasan tentang berbagai jenis ikan hias laut.
   - **Panduan**: memberikan instruksi penggunaan aplikasi.
   - **Keluar**: untuk menutup aplikasi.

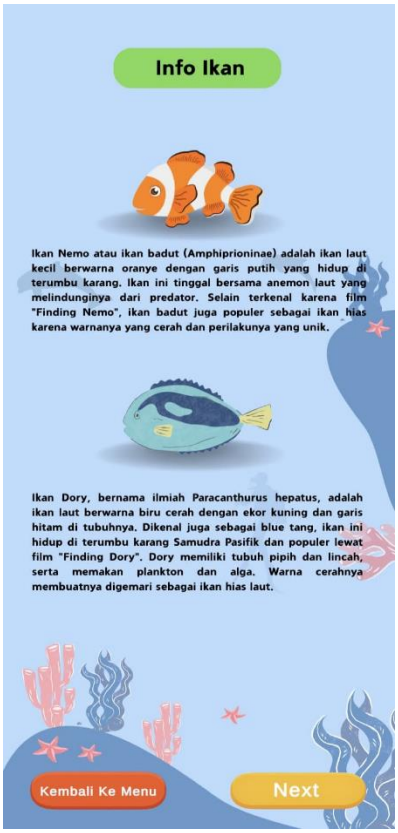
Desain halaman menu menggunakan latar belakang laut dengan ilustrasi ikan yang menggemaskan dan warna tombol yang mencolok untuk menarik perhatian pengguna.

Gambar 4. 2 Halaman Menu Utama Aplikasi 3D Fish

2. **Halaman Informasi Ikan**

   Tampilan ini menyajikan informasi edukatif tentang beberapa jenis ikan hias laut, seperti *Clownfish* (Nemo), *Blue Tang*, *Mandarin Fish*, *Angel Fish*,

Watchman Goby dan *Cleaner Wrasse*. Setiap ikan disertai gambar ilustratif dan deskripsi berupa nama, warna tubuh, habitat, serta fakta menarik lainnya. Navigasi antar halaman disediakan melalui tombol *Next* dan *Kembali*, yang membantu pengguna membaca informasi satu per satu.



Gambar 4. 3 Halaman Informasi Ikan – Nemo dan Dory

Gambar 4. 4 Halaman Informasi Ikan – Mandarin Fish dan Angel Fish

Gambar 4. 5 Halaman Informasi Ikan – Watchman Goby dan Cleaner Wrasse

3. Halaman Panduan Penggunaan AR

Panduan ini dirancang untuk membantu pengguna memahami cara mengoperasikan fitur *Augmented Reality*. Terdiri dari lima langkah sederhana yang disajikan secara visual dan ditulis dalam bahasa yang ringan.

Pengguna diajak untuk:

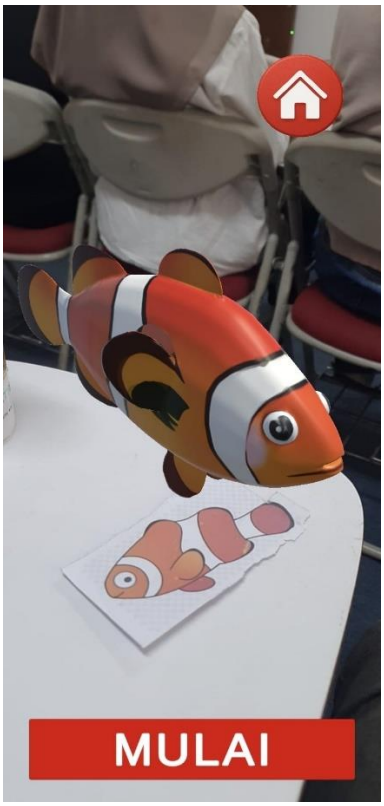
1. Menyiapkan HP dengan kamera aktif
2. Membuka aplikasi
3. Mengarahkan kamera ke *marker*
4. Melihat ikan yang muncul di layar
5. Menekan tombol untuk melihat informasi ikan lebih lanjut

Gambar 4. 6 Halaman Panduan Penggunaan AR

4. Halaman Mode AR

Merupakan halaman utama yang menampilkan tampilan kamera untuk memindai *marker*. Ketika *marker* berhasil terdeteksi, objek ikan 3D akan muncul secara interaktif di layar dan dapat diamati dari berbagai sudut.

Tampilan ini memungkinkan pengguna merasakan pengalaman belajar yang lebih nyata dan menyenangkan melalui teknologi *Augmented Reality*. Halaman ini diakses melalui tombol “Mode AR” pada menu utama.



Gambar 4. 7 Halaman Mode AR

Setiap tampilan pada aplikasi telah diuji dan bekerja sesuai fungsi masing-masing. Desain yang sederhana, visual yang menarik, serta teks yang jelas diharapkan dapat meningkatkan ketertarikan anak-anak dalam menggunakan aplikasi ini sebagai media belajar interaktif.

4.1.3 Fitur-Fitur Utama Aplikasi

Aplikasi *3D Fish* memiliki sejumlah fitur utama yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif bagi siswa Sekolah Dasar. Setiap fitur dikembangkan dengan memperhatikan kemudahan penggunaan, tampilan yang menarik, serta kebermanfaatan sebagai media edukatif berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR). Berikut ini adalah uraian dari fitur-fitur utama yang telah diimplementasikan dalam aplikasi:

1. **Mode *Augmented Reality* (AR)**

   Fitur ini merupakan inti dari aplikasi *3D Fish*, yang memungkinkan pengguna untuk menampilkan objek ikan hias laut dalam bentuk 3D menggunakan kamera ponsel. Setelah marker dipindai, model ikan akan muncul secara nyata di layar dan dapat diamati dari berbagai sudut pandang. Fitur ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih visual dan kontekstual kepada siswa.

2. **Informasi Ikan**

   Fitur ini menyajikan informasi edukatif mengenai lima jenis ikan hias laut, yaitu *Clownfish*, *Blue Tang*, *Mandarin Fish*, *Angel Fish*, *Wrasse Cleanner* dan *Watchman Goby*. Informasi disajikan dalam bentuk gambar ilustratif serta deskripsi yang meliputi nama ikan, warna, habitat, dan fakta menarik lainnya. Seluruh konten disusun dengan bahasa yang sederhana agar mudah dipahami oleh anak-anak.

3. **Narasi Audio**

   Setiap informasi ikan dilengkapi dengan fitur suara narasi yang akan membacakan deskripsi saat ikon suara ditekan. Fitur ini sangat membantu siswa yang belum lancar membaca, serta meningkatkan keterlibatan anak-anak dalam memahami materi.

4. **Navigasi Halaman**

   Aplikasi dilengkapi dengan tombol navigasi seperti "*Next*", "Kembali", dan "*Menu*" yang memudahkan pengguna untuk berpindah antar halaman. Navigasi didesain sederhana dengan ikon dan teks yang jelas, agar dapat diakses dengan mudah oleh pengguna anak-anak.

5. **Panduan Pengguna**

   Fitur ini memberikan langkah-langkah praktis dalam menggunakan aplikasi, khususnya Mode AR. Panduan disajikan dalam bentuk teks pendek dan visualisasi langkah demi langkah agar siswa dapat mengikuti instruksi tanpa bantuan langsung dari guru atau orang tua.

Seluruh fitur tersebut telah diimplementasikan dan berjalan sesuai fungsinya pada perangkat Android. Integrasi dari setiap fitur dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang menarik, efektif, dan sesuai dengan karakteristik siswa usia dini.

Seluruh fitur yang telah dijelaskan sebelumnya merupakan komponen inti dari aplikasi *3D Fish* yang saling terintegrasi untuk memberikan pengalaman belajar yang optimal. Untuk memberikan gambaran ringkas terhadap fitur-fitur yang telah diimplementasikan dalam aplikasi *3D Fish*, berikut ini disajikan tabel hasil implementasi fitur:

Tabel 4. 1 Hasil Implementasi Fitur-Fitur Aplikasi *3D Fish*

No	Nama Fitur	Deskripsi Singkat	Status Implementasi
1	Mode AR	Menampilkan objek ikan 3D secara nyata menggunakan kamera dan *marker*.	Sudah Berfungsi
2	Informasi Ikan	Menyediakan gambar dan deskripsi edukatif tentang jenis-jenis ikan hias laut.	Sudah Berfungsi
3	Narasi Audio	Memberikan suara penjelasan untuk setiap ikan, membantu siswa memahami isi materi.	Sudah Berfungsi
4	Navigasi Halaman	Tombol “Next”, “Kembali”, dan “Menu” memudahkan perpindahan antar halaman.	Sudah Berfungsi
5	Panduan Penggunaan	Berisi langkah-langkah visual dan teks cara menggunakan aplikasi dengan mudah.	Sudah Berfungsi

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi apakah aplikasi *3D Fish* telah berjalan sesuai dengan perancangan serta memenuhi kebutuhan pengguna. Proses pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fitur berfungsi sebagaimana

mestinya, performa aplikasi dapat diterima, serta pengguna merasakan kemudahan dan kenyamanan dalam mengoperasikannya.

Jenis pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian fungsionalitas aplikasi untuk memeriksa setiap fitur utama.
2. Pengujian kinerja sistem yang berfokus pada respons dan efisiensi.
3. Pengujian *usability* (kelayakan pengguna) yang dilakukan melalui kuisioner kepada siswa dan guru.

Hasil dari pengujian ini menjadi dasar evaluasi apakah aplikasi dapat dinyatakan layak sebagai media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* untuk siswa Sekolah Dasar.

4.2.1 Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur yang ada pada aplikasi *3D Fish* dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini menggunakan metode *Black Box Testing,* yaitu dengan cara memberikan input pada sistem dan mengamati apakah output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan, tanpa memeriksa kode program di dalamnya.

Fokus utama dalam pengujian ini adalah memeriksa seluruh fitur penting yang berkaitan langsung dengan interaksi pengguna, seperti pemindaian *marker*, pemunculan objek ikan 3D, tampilan informasi ikan, narasi suara, serta navigasi antar halaman.

Berikut adalah hasil pengujian fungsionalitas aplikasi :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi *3D Fish*

No	Fitur Yang Diuji	Input yang Diberikan	Output Yang diharapkan	Hasil Uji	Keterangan
1	Pemindaian *Marker AR*	Kamera diarahkan ke *marker* ikan	Objek ikan 3D muncul di layar	Berhasil	Sesuai

2	Tombol Narasi Suara	Menekan ikon speaker di halaman info ikan	Aplikasi membacakan informasi ikan dengan suara	Berhasil	Suara Jelas
3	Navigasi Antar Halaman	Menekan tombol "Next" dan "Kembali"	Berpindah ke halaman info ikan selanjutnya/sebelumnya	Berhasil	Sesuai
4	Menampilkan Info Ikan	Menekan tombol "Informasi Ikan" di menu utama	Muncul halaman berisi gambar dan teks info tentang ikan hias	Berhasil	Teks dan Gambar tampil
5	Panduan Penggunaan	Menekan tombol "Panduan" di menu utama	Menampilkan petunjuk langkah penggunaan aplikasi secara visual	Berhasil	Panduan Lengkap
6	Keluar Dari Aplikasi	Menekan tombol "Keluar"	Aplikasi tertutup dan kembali ke layar utama perangkat	Berhasil	Sesuai

4.2.2 Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi *3D Fish* dapat berjalan dengan baik dan stabil pada perangkat pengguna. Uji coba dilakukan langsung oleh peneliti menggunakan perangkat Android yang memiliki spesifikasi menengah. Beberapa hal yang diperhatikan dalam pengujian ini mencakup kecepatan respon aplikasi saat dibuka, kelancaran navigasi antar halaman, serta kestabilan tampilan objek 3D ketika marker dipindai melalui kamera.

Selain itu, pengujian ini juga mencatat ukuran file aplikasi setelah proses kompilasi. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk menilai sejauh mana aplikasi dapat memberikan pengalaman penggunaan yang lancar, nyaman, dan layak digunakan oleh siswa Sekolah Dasar sebagai media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*.

Untuk memperjelas hasil pengamatan terhadap performa aplikasi, berikut ini disajikan ringkasan pengujian kinerja sistem dalam bentuk tabel:

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kinerja Sistem Aplikasi *3D Fish*

No	Aspek yang Diuji	Metode Pengamatan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Waktu Buka Aplikasi	Stopwatch dari klik ikon sampai menu muncul	± 3,1 detik	Sangat responsif
2	Ukuran file APK	Melihat ukuran file .apk di file manager	117 MB	Sesuai dengan ekspektasi
3	Kelancaran Navigasi	Menekan tombol antar halaman secara berulang	Tidak ditemukan keterlambatan dalam pemrosesan fitur	Navigasi berjalan lancar
4	Stabilitas Kamera AR	Memindai marker beberapa kali secara bergantian	Kamera responsif, stabil	Tidak ada delay
5	Waktu Tampil Objek 3D	Stopwatch dari deteksi marker sampai ikan muncul	< 1 detik	Cepat dan akurat

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi *3D Fish* memiliki performa yang baik, dengan waktu respon yang cepat, ukuran file yang ringan, serta navigasi antarmuka yang berjalan lancar. Fitur *Augmented Reality* juga dapat menampilkan objek ikan secara stabil tanpa mengalami keterlambatan atau gangguan visual.

Pengujian ini dilakukan dengan metode observasi langsung, di mana peneliti mengamati perilaku sistem saat dijalankan pada perangkat Android. Berdasarkan hasil yang diperoleh, aplikasi ini dinilai layak digunakan dari segi kinerja teknis dan tidak menimbulkan hambatan berarti bagi pengguna.

4.2.3 Pengujian *Usability*

Pengujian *usability* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana aplikasi *3D Fish* dapat diterima dan digunakan dengan baik oleh pengguna, khususnya siswa Sekolah Dasar sebagai target utama, serta guru sebagai pihak pengamat. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah dengan menyebarkan kuisioner berbasis skala Likert kepada responden setelah mencoba langsung aplikasi.

Kuisioner terdiri dari delapan pernyataan yang menilai aspek kemudahan penggunaan, tampilan visual, pemahaman informasi, daya tarik, hingga minat untuk merekomendasikan aplikasi. Skala Likert yang digunakan memiliki rentang 1 sampai 5, dengan ketentuan sebagai berikut:

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung total skor setiap responden terhadap delapan pernyataan, kemudian dibagi dengan jumlah pernyataan (n = 8) untuk memperoleh nilai rata-rata. Selanjutnya, nilai rata-rata tersebut dikonversikan ke dalam skala 100 dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor Skala } 100 = \frac{\text{Rata-rata}}{5} \times 100.$$

Setiap jawaban pada kuisioner dikonversikan ke dalam skor numerik menggunakan skala *Likert* 1–5. Perhitungan rata-rata dilakukan menggunakan fungsi *AVERAGE* di *Microsoft Excel* untuk tiap baris responden. Konversi ke skala 100 dilakukan untuk menyajikan skor dalam bentuk persentase dan mempermudah

interpretasi hasil. Skor maksimal adalah 5, sehingga pembagian dilakukan terhadap angka tersebut sebelum dikalikan 100. Proses ini juga membantu menyusun kategori penilaian seperti *Setuju* dan *Sangat Setuju*.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Rata-rata Skor *Usability* Aplikasi "3D Fish" Per Responden

Nomor Responden	Jenis Kelamin	Skor Total	Skor Rata-rata (1-5)	Skor Skala 100	Kategori
1	Laki-laki	32	4,00	80	Setuju
2	Perempuan	33	4,13	82,5	Setuju
3	Laki-laki	31	3,88	77,5	Setuju
4	Perempuan	34	4,25	85	Sangat Setuju
5	Laki-laki	34	4,25	85	Sangat Setuju
6	Perempuan	36	4,50	90	Sangat Setuju
7	Perempuan	29	3,63	72,5	Setuju
8	Laki-laki	34	4,25	85	Sangat Setuju
9	Perempuan	34	4,25	85	Sangat Setuju
10	Perempuan	34	4,25	85	Sangat Setuju
Rata-rata			4,14	82,75	Setuju

Berdasarkan hasil pengolahan data dari kuisioner yang diisi oleh 10 responden, yang terdiri dari 9 siswa kelas 4 Sekolah Dasar dan 1 orang guru, diperoleh rata-rata skor usability untuk masing-masing responden. Penilaian dilakukan terhadap delapan pernyataan yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, tampilan visual, kejelasan informasi, dukungan suara, hingga minat untuk merekomendasikan aplikasi kepada pihak lain.

Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.4, mayoritas responden memberikan penilaian yang tinggi terhadap aplikasi. Responden ke-6 memberikan skor tertinggi dengan rata-rata 4,50 (setara 90 pada skala 100), yang menunjukkan tingkat

penerimaan dan kenyamanan pengguna yang sangat baik. Sebaliknya, skor terendah dicapai oleh responden ke-7 dengan nilai 3,63 atau setara 72,5, yang masih berada dalam kategori penilaian positif.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata *usability* dari seluruh responden adalah 4,14 dalam skala 1–5, atau 82,75 jika dikonversikan ke skala 100. Hasil ini mencerminkan bahwa aplikasi "*3D Fish*" telah berhasil memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan, mudah diakses, dan informatif sesuai dengan karakteristik pengguna usia sekolah dasar.

Responden memberikan apresiasi terhadap visualisasi aplikasi yang menarik, kemudahan navigasi, serta keberadaan suara atau narasi sebagai dukungan pembelajaran. Selain itu, tingginya skor pada indikator "rekomendasi kepada orang lain" mengindikasikan bahwa aplikasi memiliki potensi untuk diadopsi lebih luas dalam konteks pembelajaran serupa.

Dengan demikian, hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa aplikasi *3D Fish* secara umum telah memenuhi aspek *usability* dan layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi di jenjang Sekolah Dasar.

4.2.4 Dokumentasi Kegiatan Pengujian

Pengujian *usability* terhadap aplikasi 3D Fish dilaksanakan secara langsung di lingkungan sekolah dasar, yaitu SDN Ciburial yang berlokasi di Kecamatan Cimenyan Kabupaten Bandung, pada tanggal 14 Juli 2025. Subjek uji terdiri dari 9 siswa kelas IV dan 1 guru kelas yang dilibatkan sebagai responden.

Proses pengujian dilakukan dengan pendekatan praktik langsung, di mana siswa mencoba menggunakan aplikasi melalui perangkat Android. Peneliti memberikan panduan selama proses uji coba, termasuk cara mengakses mode AR dan membaca informasi ikan hias laut yang muncul dari hasil pemindaian marker. Setelah itu,

masing-masing responden mengisi kuesioner *usability* untuk menilai beberapa aspek: kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, daya tarik visual, kejelasan informasi, dan kebermanfaatan aplikasi dalam pembelajaran.

Kegiatan dokumentasi ditunjukkan melalui pengambilan gambar proses uji coba, interaksi siswa dengan aplikasi, dan keterlibatan guru sebagai pendamping. Dokumentasi ini dapat dilihat pada Lampiran. Berikut adalah dokumentasi selama proses pengujian dilakukan:

Gambar 4. 8 Siswa kelas 4 mencoba aplikasi menggunakan perangkat Android

Gambar 4. 9 Peneliti memberikan arahan kepada siswa saat pengujian

Gambar 4. 10 Foto bersama siswa setelah kegiatan pengujian

4.3 Analisis Hasil Pengujian

Setelah proses pengembangan aplikasi *3D Fish* selesai, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi sesuai dengan rancangan dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Pengujian dilakukan dalam dua aspek utama, yaitu pengujian fungsionalitas untuk mengevaluasi kinerja dan keakuratan fitur aplikasi, serta pengujian *usability* untuk mengukur kenyamanan dan kemudahan penggunaan dari sisi pengguna akhir.

Analisis hasil pengujian ini bertujuan untuk menilai apakah aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pengguna, khususnya siswa Sekolah Dasar, dalam mengenal ikan hias laut melalui teknologi *Augmented Reality* secara interaktif dan menyenangkan.

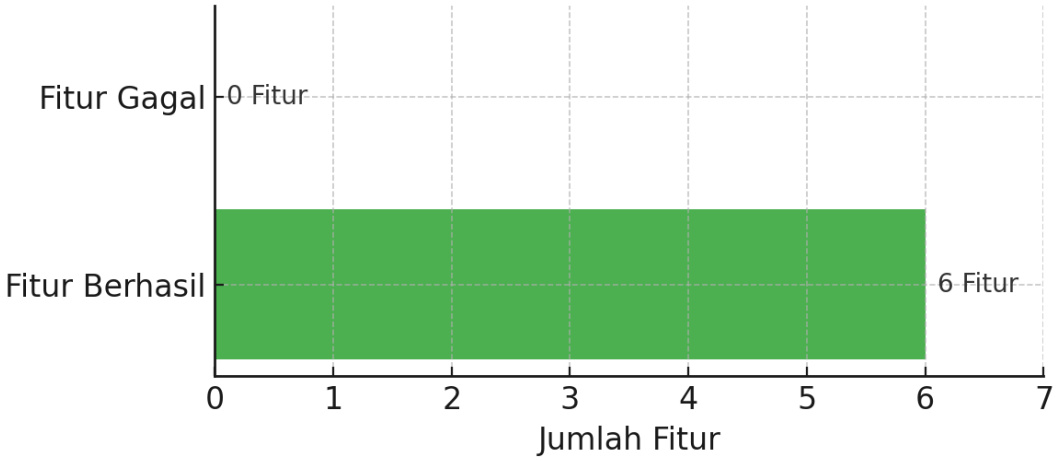
4.3.1 Analisis Hasil pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi *3D Fish* dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rancangan awal. Pengujian ini dilakukan dengan metode *black box*, yaitu dengan cara menjalankan fungsi-fungsi aplikasi tanpa melihat struktur kode program, dan memeriksa apakah output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dan disajikan pada subbab 4.2.1, seluruh fitur utama seperti tombol menu, tampilan objek ikan 3D, pemutaran suara narasi, serta fitur *Augmented Reality* dapat berfungsi dengan baik pada perangkat Android yang digunakan. Tidak ditemukan adanya error atau gangguan saat aplikasi dijalankan, baik saat memindai marker maupun saat berpindah antar menu.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara fungsional, aplikasi "*3D Fish*" telah memenuhi seluruh kebutuhan operasional yang dirancang. Seluruh fitur inti berhasil diuji tanpa mengalami kendala teknis, baik dalam pengenalan *marker*, pemunculan objek 3D, maupun navigasi dan penyajian konten edukatif. Visualisasi

jumlah fitur yang berhasil diuji dibandingkan dengan yang gagal dan dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4. 11 Diagram Jumlah Fitur Berhasil dan Gagal pada Aplikasi *3D Fish*

4.3.2 Analisis Kinerja Sistem

Analisis kinerja sistem dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana aplikasi *3D Fish* mampu berjalan secara stabil dan responsif pada perangkat Android. Pengujian difokuskan pada aspek kecepatan respon fitur, ukuran file aplikasi, serta stabilitas penggunaan selama proses operasional.

Pengujian dilakukan pada satu perangkat Android dengan spesifikasi kelas menengah. Pemilihan spesifikasi ini bertujuan untuk mencerminkan kondisi nyata perangkat yang umum digunakan oleh pelajar Sekolah Dasar. Rincian spesifikasi perangkat yang bisa digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan dalam Pengujian Kinerja

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Versi Android	Android 8 (Oreo)
2	Ram	Minimal 2 GB
3	Prosesor	Quad-core 1.5 GHz ARM Cortex-A53
4	Resolusi layar	720 x 1600 piksel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu akses setiap fitur dalam aplikasi berada dalam rentang yang cepat dan efisien. Fitur Mode AR menjadi fitur dengan waktu loading terpanjang, namun tetap berada dalam batas wajar yaitu sekitar 2,8 detik. Secara keseluruhan, waktu akses fitur tidak melebihi 3 detik.

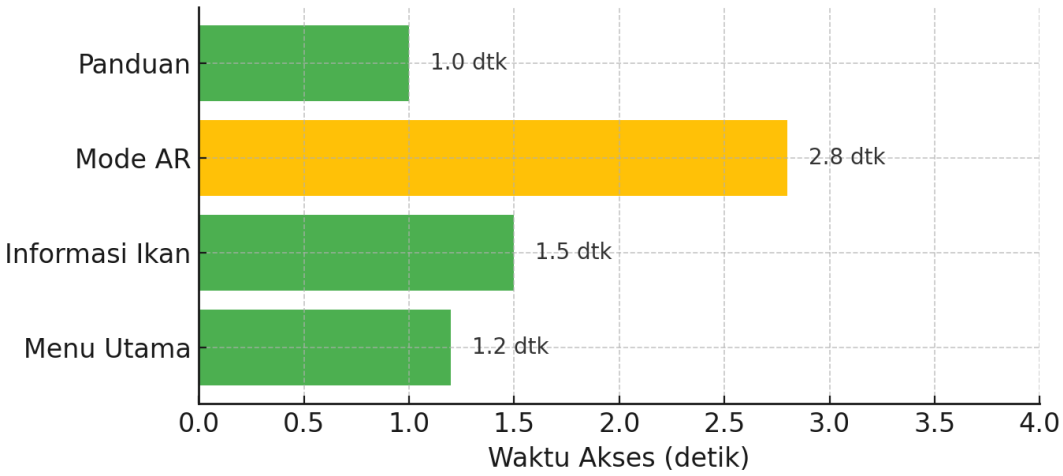
Ukuran akhir file aplikasi setelah proses *build* adalah sekitar 117 MB, yang masih sesuai untuk perangkat dengan kapasitas penyimpanan sedang. Selama proses pengujian, tidak ditemukan kendala teknis seperti crash, lag, atau error meskipun aplikasi digunakan secara berulang oleh beberapa pengguna.

Tabel berikut merangkum hasil waktu rata-rata akses untuk setiap fitur utama:

Tabel 4. 6 Rata-rata Waktu Akses Fitur Aplikasi

No	Fitur	Waktu Akses (detik)
1	Menu Utama	1.2
2	Informasi Ikan	1.5
3	Mode AR	2.8
4	Panduan	1.0

Untuk memperjelas perbandingan waktu akses antar fitur, grafik batang pada Gambar 4.12 disajikan sebagai visualisasi dari data pada Tabel 4.6.



Gambar 4. 12 Grafik Rata-rata Waktu Akses Fitur Aplikasi *3D Fish*

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *3D Fish* memiliki kinerja yang stabil, cepat, dan sesuai untuk digunakan pada perangkat Android kelas menengah. Aplikasi mampu merespons perintah pengguna dengan baik dan tidak menimbulkan gangguan selama proses pembelajaran berlangsung.

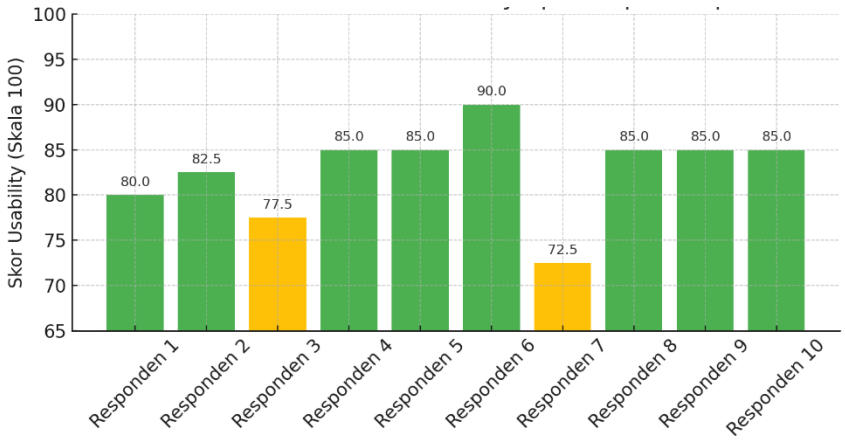
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian *Usability* Oleh Pengguna

Pengujian *usability* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana aplikasi *3D Fish* dapat diterima oleh pengguna dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya. Pengujian ini melibatkan 10 responden, terdiri dari 9 siswa kelas IV Sekolah Dasar dan 1 guru kelas sebagai pendamping. Pengujian dilakukan menggunakan kuisioner berbasis skala *Likert* yang berisi delapan pernyataan, mencakup aspek kemudahan penggunaan, tampilan visual, kejelasan informasi, daya tarik, keberadaan suara, serta keinginan untuk merekomendasikan aplikasi.

Setiap responden memberikan penilaian dengan rentang skor 1–5, yang kemudian dikonversi ke dalam skala 100 untuk memudahkan interpretasi. Rata-rata skor *usability* diperoleh sebesar 82,75 dari skala 100, sebagaimana telah disajikan pada Tabel 4.6 di subbab 4.2.3. Nilai ini menunjukkan bahwa aplikasi berada dalam kategori "Setuju" hingga "Sangat Setuju", yang berarti mayoritas responden merasa nyaman dan terbantu saat menggunakan aplikasi.

Skor tertinggi mencapai 90,00, yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang sangat tinggi, sementara skor terendah yaitu 72,50 tetap berada dalam kategori positif. Seluruh responden juga menyatakan minat untuk menggunakan kembali aplikasi serta merekomendasikannya kepada orang lain.

Visualisasi tingkat kepuasan tiap responden disajikan pada Gambar 4.13 berikut:



Gambar 4. 13 Grafik Skor *Usability* per Responden

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *3D Fish* telah memenuhi aspek *usability* yang dibutuhkan dalam media pembelajaran berbasis teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi tidak hanya berjalan baik secara teknis, tetapi juga mampu memberikan pengalaman penggunaan yang positif dan sesuai dengan karakteristik pengguna usia sekolah dasar.

BAB V

Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang berjudul *"Perancangan Media Pembelajaran Pengenalan Ikan Hias Laut Berbasis Augmented Reality untuk Pelajar Sekolah Dasar"* telah berhasil menghasilkan sebuah aplikasi edukatif berbasis Android yang interaktif, informatif, dan ramah anak. Aplikasi ini memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk menyajikan objek ikan hias laut Indonesia dalam bentuk 3D secara real-time yang dapat dikenali melalui marker. Dengan pendekatan visual dan interaktif, media ini dirancang untuk meningkatkan minat serta pemahaman siswa terhadap keanekaragaman hayati laut Indonesia secara menyenangkan dan mandiri. Proses pengembangan dilakukan menggunakan metode *Extreme Programming* (XP), dengan pengujian sistem yang dilakukan langsung di SDN Ciburial 01, Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung.

Adapun kesimpulan terperinci dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Media Pembelajaran Interaktif untuk Edukasi Lingkungan Laut.
   Aplikasi yang dikembangkan terbukti mampu menjadi solusi atas rendahnya minat siswa sekolah dasar dalam mempelajari biota laut, khususnya ikan hias. Dengan memanfaatkan teknologi AR, media ini menyajikan pengalaman belajar yang visual, imersif, dan menarik, yang jauh lebih efektif dibandingkan media konvensional seperti gambar statis atau buku. Hal ini memperkuat posisi teknologi sebagai sarana strategis dalam pendidikan berbasis lingkungan dan konservasi sejak usia dini.

2. Penggunaan Teknologi *Augmented Reality* (AR) secara Efektif.
   Aplikasi ini berhasil menampilkan 6 jenis ikan hias laut khas Indonesia—antara lain Ikan Nemo, Dory, Mandarin Fish, Angel Fish, Watchman Goby, dan Cleaner Wrasse dalam bentuk objek 3D melalui pemindaian marker. Teknologi AR berbasis *Vuforia* dan *Unity* digunakan untuk memastikan visualisasi

berjalan secara *real-time*, dengan integrasi informasi edukatif berupa nama, ciri, dan habitat ikan. Ini membuktikan bahwa AR sangat efektif dalam menyampaikan informasi sains secara kontekstual dan menyenangkan.

3. Desain Antarmuka yang Ramah Anak dan Fungsionalitas yang Stabil.
   Desain antarmuka aplikasi dibuat sederhana dan intuitif dengan dominasi ikon besar, teks jelas, dan navigasi mudah, sehingga siswa dapat mengoperasikannya secara mandiri. Fitur-fitur seperti Mode AR, Informasi Ikan, dan Panduan Penggunaan telah berjalan sesuai rancangan. Berdasarkan pengujian fungsionalitas (Tabel 4.2), semua fitur inti aplikasi dapat berjalan 100% tanpa error atau crash, termasuk saat berganti *marker* dan berpindah menu.

4. Kinerja Sistem yang Cepat dan Stabil pada Perangkat Android.
   Hasil uji performa (Tabel 4.3 dan 4.6) menunjukkan bahwa rata-rata waktu akses tiap fitur aplikasi berada di kisaran 1,3 detik hingga 2,1 detik, yang berarti sangat responsif untuk perangkat kelas menengah. Aplikasi juga berjalan lancar pada Android versi 8.0 ke atas, dan tidak menunjukkan hambatan meskipun digunakan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Selain itu, sistem tetap dapat mendeteksi marker dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi, yang menandakan fleksibilitas penggunaan di ruang kelas yang berbeda.

5. Hasil Uji *Usability* oleh Siswa dan Guru sebagai Pengguna Akhir
   Berdasarkan pengujian *usability* (Tabel 4.4 dan Gambar 4.13), aplikasi memperoleh skor rata-rata *usability* sebesar 84,3 dari 100 poin, yang termasuk dalam kategori "Sangat Baik". Evaluasi dilakukan oleh siswa kelas IV SDN Ciburial 01 sebagai pengguna langsung, serta guru kelas sebagai pihak yang mengevaluasi aspek kemudahan penggunaan dan kesesuaian materi. Hasil uji menunjukkan bahwa aplikasi dinilai mudah dipahami, menarik secara visual, dan efektif sebagai media pembelajaran mandiri maupun klasikal. Guru juga memberikan umpan balik positif terkait desain antarmuka yang ramah anak dan

konten yang relevan dengan tujuan pendidikan lingkungan hidup. Kombinasi penilaian dari dua pihak ini memperkuat validitas bahwa aplikasi layak diterapkan dalam konteks pembelajaran dasar.

6. Kontribusi terhadap Pendidikan Kontekstual dan Pelestarian Hayati Laut
   Aplikasi ini tidak hanya berfungsi sebagai media bantu belajar, tetapi juga memiliki peran edukatif dalam meningkatkan kesadaran konservasi ekosistem laut. Dengan menyajikan konten lokal berupa spesies ikan hias Indonesia dan mengajak siswa berinteraksi secara aktif, media ini turut membentuk sikap peduli lingkungan pada anak usia dini. Hal ini menjadikan aplikasi sebagai contoh nyata bagaimana integrasi teknologi digital dapat mendukung kurikulum pendidikan kontekstual yang berbasis pelestarian alam.

Melalui penelitian ini, terbukti bahwa penggabungan antara konten edukatif lokal dan teknologi *Augmented Reality* memberikan dampak positif terhadap efektivitas dan pengalaman belajar siswa sekolah dasar. Pengembangan media seperti ini menjadi solusi nyata dalam menjawab tantangan pembelajaran konvensional yang cenderung pasif dan kurang menarik. Aplikasi yang dikembangkan juga mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan anak usia dini, khususnya dalam mengenal dan memahami kekayaan hayati laut Indonesia. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi inspirasi dan acuan bagi pengembangan aplikasi edukatif lainnya di bidang pendidikan dasar, khususnya yang mengangkat nilai-nilai lokal dan semangat pelestarian sumber daya alam Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk pengenalan ikan hias laut kepada pelajar sekolah dasar, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai bentuk evaluasi dan pengembangan lebih lanjut. Saran ini ditujukan baik untuk pengembang aplikasi, pihak

pendidik, maupun peneliti berikutnya yang tertarik melanjutkan atau memperluas studi serupa.

1. Pengembangan Konten Edukasi yang Lebih Luas.

   Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini masih terbatas pada enam jenis ikan hias laut. Untuk memperkaya materi dan meningkatkan cakupan edukasi, disarankan agar konten aplikasi diperluas dengan menambahkan lebih banyak spesies ikan, terutama yang berasal dari berbagai wilayah perairan Indonesia. Hal ini dapat memperkuat aspek lokalitas sekaligus memperkaya wawasan siswa tentang keanekaragaman hayati laut nasional.

2. Penyempurnaan Antarmuka dan Pengalaman Pengguna (UX)

   Meskipun aplikasi telah dirancang dengan antarmuka yang ramah anak, namun terdapat beberapa aspek visual dan navigasi yang dapat ditingkatkan, seperti konsistensi ikon, pemilihan warna latar belakang yang lebih kontras, serta penyesuaian ukuran tombol untuk pengguna dengan kebutuhan khusus. Diharapkan pengembangan selanjutnya dapat lebih memperhatikan aspek desain UI/UX secara menyeluruh berdasarkan prinsip desain edukasi anak, agar pengalaman pengguna semakin optimal dan inklusif untuk berbagai kondisi siswa.

3. **I**ntegrasi Kurikulum dan Kolaborasi dengan Guru.

   Disarankan agar pengembangan aplikasi di masa depan mempertimbangkan integrasi dengan materi pembelajaran dalam kurikulum sekolah, khususnya pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) untuk tingkat dasar. Kolaborasi lebih intensif dengan guru dapat membantu mengarahkan pengembangan konten agar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan mendukung capaian pembelajaran di kelas.

4. Optimasi Performa untuk Perangkat dengan Spesifikasi Rendah.

   Meskipun aplikasi telah berjalan baik pada perangkat Android kelas menengah,

pengujian lebih lanjut pada perangkat dengan spesifikasi rendah tetap penting. Oleh karena itu, pengembang disarankan untuk melakukan optimasi lebih lanjut agar aplikasi dapat diakses secara merata oleh siswa dengan berbagai jenis perangkat, terutama di daerah dengan keterbatasan infrastruktur teknologi.

5. Evaluasi Jangka Panjang terhadap Dampak Pembelajaran.

   Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan uji coba awal dalam konteks penggunaan langsung. Untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif, diperlukan penelitian lanjutan yang mengevaluasi dampak penggunaan aplikasi ini dalam jangka waktu yang lebih panjang, seperti peningkatan daya ingat siswa, perubahan sikap terhadap pelestarian lingkungan laut, atau integrasi ke dalam proses belajar harian di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

Alya Izzati, N. (2023). *Rangkuman Keanekaragaman Hayati Laut Indonesia KEANEKARAGAMAN LAUT INDONESIA*.

Andika Subagya Putra, P. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Card Traspostasi Berbasis Android. *Information System for Educators and Professionals*, *7*(1), 31–40. https://doi.org/10.51211/isbi.v7i1.1906

Ayu, F., Suryani, D., & Maria, S. (2022). *Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran di Masa Pandemi pada Mata Kuliah Desain Grafis*. *5*(1). https://doi.org/10.58578/arzusin.v3i5.1771

Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2014). A survey of augmented reality. In *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* (Vol. 8, Issues 2–3, pp. 73–272). Now Publishers Inc. https://doi.org/10.1561/1100000049

Desy. (2021). *Aplikasi Pengenalan Dan Pembelajaran Biota Laut Menggunakan Teknologi Augmented Reality*.

Dimas Pramudita, P., Bagus Nyoman Pascima, I., & Gede Partha Sindu, I. (2025). Pengembangan Augmented Reality Portal Untuk Galeri Virtual Lukisan Wayang Kamasan. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, *14*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.23887/karmapati.v14i1.91337

Fajariyah, N., & Hanik, U. (2024). Pengembangan Media Beruang Berbasis Augmented Reality untuk Kelas 5 Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, *8*(2), 1524–1534. https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7346

Fakhrudin, A., & Kuswidyanarko, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran IPA Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Mengoptimalkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Muara Pendidikan*, *5*(2), 771–776. https://doi.org/10.52060/mp.v5i2.424

Fu'adi, A., & Prianggono, A. (2022). Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Akademik Akademi Komunitas Negeri Pacitan Menggunakan Diagram UML dan EER. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, *16*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.32815/jitika.v16i1.650

G, I., Pattipeilohy, Gani, A., & Tahang, H. (2013). *Perkembangan Embriogenesis Ikan Mandarin (Synchiropus splendidus)*.

Hardiansyah, F., Rizal, A., & Purnamasar, intan. (2023). Implementasi Metode Agile Scrum dalam Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Olahraga. *JATI*

(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), *7*(2), 1242–1247. https://doi.org/10.36040/jati.v7i2.6734

Hariyono. (2023). *Penggunaan Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Ekonomi Inovasi untuk Meningkatkan Keterlibatan dan Pemahaman Siswa*. http://Jiip.stkipyapisdompu.ac.id

Hidayatulloh, T., & Nur Isnaini, K. (2024). Implementasi Metode Agile Extreme Programming dalam Pengembangan Website Game Berbasis Javascript: Save Me. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *8*(2), 1404–1411. https://doi.org/10.36040/jati.v8i2.8915

Hsieh, M.-C. (2021). Development And Application Of An Augmented Reality Oyster Learning System For Primary Marine Education. *Electronics (Switzerland)*, *10*(22). https://doi.org/10.3390/electronics10222818

Indra Kurniawan, Y., & Fajar Surya Kusuma, A. (2021). Aplikasi Augmented Reality untuk Pembelajaran Salat bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *8*(1), 7. https://doi.org/10.25126/jtiik.2020712182

Indra Satrianto, H., Syahri, B., Abadi, Z., Ema Wulansari, R., & Media, A. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Mesin. *Zainal Abadi*, *6*(3), 1–9. https://doi.org/https://doi.org/10.24036/vomek.v6i3.723

Indriyani, T. W., & Suryanto, A. (2021). Markerless Augmented Reality (AR) pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Transmisi Manual Mobil. *Edu Komputika Journal*, *8*(1), 57–67. https://doi.org/10.15294/edukomputika.v8i1.44484

Irsyadi, A. Y. F., & Nur, R. A. (2017). Pemanfaatan Augmented Reality Untuk Game Edukasi Bagi Anak Autis Tingkat Sekolah Dasar Di Rumah Pintar Salatiga. *Jurnal SIMETRIS*, *8*. https://doi.org/10.24176/simet.v8i1.837

Kusumawati, D., Maha Setiawati, K., & Priono, B. (2015). PERKEMBANGAN EMBRIO DAN LARVA IKAN LETTER SIX, Paracanthurus hepatus. *Jurnal Riset Akuakultur*, *10*(2), 177. https://doi.org/10.15578/jra.10.2.2015.177-185

Lampropoulos, G. (2025). Combining Artificial Intelligence with Augmented Reality and Virtual Reality in Education: Current Trends and Future Perspectives. *Multimodal Technologies and Interaction*, *9*(2), 11. https://doi.org/10.3390/mti9020011

Lesmana, D., Mumpuni, S. F., & Wahyudin, Y. (2021). *Pemberdayaan Kegiatan Budidaya Ikan Hias Platy Santa Claus XIPHOPHORUS MACULATUS* (Vol. 7, Issue 2). https://doi.org/https://doi.org/10.30997/qh.v7i2.3555

Lilo, W., Trengginas, T., Fachrie, M., & Ardiani, F. (2024). Penerapan Teknologi Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Fauna Berbasis Mobile Android. In *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 5, Issue 2). https://journal.stmiki.ac.id

Lukman Hakim. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran PAI Berbasis Augmented Reality*. https://doi.org/https://doi.org/10.24252/lp.2018v21n1i6

Madani, M., Najmul Fadl, M., Dwi Setiawan, P., Haris Nasri, M., & Zazuli Azhar Mardedi, L. (2023). *Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Jenis-Jenis Ikan Berbasis Augmented Reality*. *19*, 1–10. https://doi.org/10.35889/progresif.v19i2.1338

Mario O. Tambayong. (2016). *Implementasi Augmented Reality Pada Sistem Sirkulasi Darah Manusia*. *5*, 1–9. https://doi.org/10.35793/jtek.v5i3.12563

Maryati, S., Merlin, M., Mokoginta, M., & Mayang, R. (2025). Pemanfaatan Data Spasial dalam Edukasi Daya Dukung Lingkungan bagi Siswa SMA Negeri 1 Tilamuta: Membangun Kesadaran Generasi Muda untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Lamahu: Jurnal Pengabdian Masyarakat Terintegrasi*, *4*(1), 9–15. https://doi.org/10.37905/ljpmt.v4i1.28635

Menrisal, & Wijaya, I. (2022). Pengembangan aplikasi media pembelajaran perangkat komputer berbasis augmented reality (AR). *Jurnal Konseling Dan Pendidikan*, *10*(1), 119. https://doi.org/10.29210/177400

Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, *13*(2), 174. https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525

Nopriandi, H. (2018). *Perancangan Sistem Informasi Registrasi Mahasiswa*. *1*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.36378/jtos.v1i1.1

Novita Sari, S., Nurfaizi, E., Anjeli, Y., M.fawwaz, & Topano, A. (2023). Peranan Penting Ekosistem Padang Lamun (Seagrass) Dalam Penunjang Kehidupan Dan Perkembangan Biota Laut. *GHAITSA : Islamic Education Journal*, *4*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i2.847

Nugraha, A. S., Firli, L. N., Rani, D. M., Hidayatiningsih, A., Lestari, N. D., Wongso, H., Tarman, K., Rahaweman, A. C., Manurung, J., Ariantari, N. P.,

Papu, A., Putra, M. Y., Pratama, A. N. W., Wessjohann, L. A., & Keller, P. A. (2023). Indonesian marine and its medicinal contribution. *Natural Products and Bioprospecting*, *13*(1), 38. https://doi.org/10.1007/s13659-023-00403-1

Nugroho, A., & Pramono, A. B. (2017). *Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang* (Vol. 14, Issue 2). https://doi.org/https://doi.org/10.26623/transformatika.v14i2.442

Oceans For Prosperity Reform For a Blue Economy In Indonesian. (2021). http://www.copyright.com/.

Pratama Tjahyadi, M., Sinsuw, A., Tulenan, V., & Sentinuwo, S. (2014). Prototipe Game Musik Bambu Menggunakan Engine Unity 3D. *E-Journal Teknik Informatika*, *4*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jti.v4i2.6990

Puspa Dewi, L., & Indahyanti, U. (2012). *Pemodelan Proses Bisnis Menggunakan Activity Diagram UML dan BPMN (Studi Kasus FRS Online)*. https://repository.petra.ac.id/id/eprint/15746

Rahmah Tating, S., & Puspita Marzaman, A. (2023). Kebijakan Pemeliharaan Kelestarian Hayati Laut dalam Pengelolaan SDA di Indonesia. *Mandub : Jurnal Politik, Sosial, Hukum Dan Humaniora*, *2*(1), 28–38. https://doi.org/10.59059/mandub.v2i1.852

Royani. (2023). *Pengembangan Aplikasi Pengenalan Ikan Hias Air Laut Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android untuk Anak PAUD*.

Said, F., Kristomo, D., & Andriyani, W. (2025). Application of Extreme Programming Methods in the Design and Building of the Nusantara Capital Sentiment Analysis System. *Sinkron*, *9*(2), 578–589. https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i2.14617

Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, *1*(4), 209–215. https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i4.142

Siahaan, R. (2024). *POTENSI, ANCAMAN DAN REHABILITASI LAMUN*. www.freepik.com

SiaoTsai, C.-H., & Yen, J.-C. (2014). The Augmented Reality Application of Multimedia Technology in Aquatic Organisms Instruction. *Journal of*

Software Engineering and Applications, *07*(09), 745–755. https://doi.org/10.4236/jsea.2014.79069

Suriadi, L. M., Denya, N. P., Shabrina, Q. A., Yuliana, R., Agustina, G., Kuspraningrum, E., & Asufie, K. N. (2024). Perlindungan Sumber Daya Genetik Ekosistem Mangrove Untuk Konservasi Lingkungan dan Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Analisis Hukum*, *7*(2), 234–253. https://doi.org/10.38043/jah.v7i2.5206

Tedi Gunawan. (2023). *Penerapan Teknologi Augmented Reality untuk Pengalaman Pengguna dalam Aplikasi Edukasi*. *6*. https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i2.28013

Ultra Gusteti, M., Rahmalina, W., Azmi, K., Mulyati, A., Wulandari, S., Hayati, R., Syariffan, & Nurazizah. (2023). Penggunaan Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika: Sebuah Analisis Berdasarkan Studi Literatur. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, *5*(6), 2735–2747. https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i6.5963

Umri, B. K., Astuti, I. A., & Sholihan, A. C. (2023). Evaluasi Augmented Reality Bangun Ruang: Efektivitas sebagai Media Pembelajaran Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Journal of Information System Management (JOISM)*, *5*(1), 1–7. https://doi.org/10.24076/joism.2023v5i1.1093

Vasilis, S., Nikos, N., & Kosmas, A. (2022). An Augmented Reality Framework for Visualization of Internet of Things Data for Process Supervision in Factory Shop-Floor. *Procedia CIRP*, *107*, 1162–1167. https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.125

Viana Sari, O., Hendrarto, B., & Soedarsono, P. (2014). *Pengaruh Variasi Jenis Makanan terhadap Ikan Karang Nemo (Amphiprion ocellaris Cuvier, 1830) Ditinjau dari Perubahan Warna, Pertumbuhan, dan Tingkat Kelulushidupan*.

Wibowo, W. D. (2018). *Penerapan Library AR.JS untuk Pembuatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Hewan*. *4*, 52–55. https://doi.org/10.21067/smartics.v4i2.3185

Wimatra, A., Sunardi, Khair, R., Idris, I., & Santosa, A. (2019). Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Edukasi. *Jurnal Teknologi Informasi*, *3*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.36294/jurti.v3i2.1217

Wulandari, A., Andryana, S., & Gunaryati, A. (2019a). Pengenalan Ikan Hias Laut Pada Anak Usia 3 Tahun Dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis

Augmented Reality. In *Jurnal Teknologi & Manajemen Informatika* (Vol. 5, Issue 1). https://doi.org/https://doi.org/10.26905/jtmi.v5i2.3711

Wulandari, A., Andryana, S., & Gunaryati, A. (2019b). Pengenalan Ikan Hias Laut Pada Anak Usia 3 Tahun Dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis Augmented Reality. In *Jurnal Teknologi & Manajemen Informatika* (Vol. 5, Issue 1). https://doi.org/https://doi.org/10.26905/jtmi.v5i2.3711

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. SURAT PERMOHONAN IZIN PENELITIAN

Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
Fakultas Teknik
Jl. P.H.H. Mustofa No.68 Kota Bandung 40124
Website : www.usbypkp.ac.id, Email : sekretariat.rektorat@usbypkp.ac.id Telp : 022-7275489, Fax : 022-7201756

Nomor : 200/06-FT/VII/2025
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian dan Permintaan Data Tugas Akhir

Kepada,

Yth.
Kepala Sekolah
SD Negeri Ciburial 01
Jl. Bojongkoneng Atas 01/03, Kab. Bandung Barat

Dengan hormat,

Sebagai institusi yang bertanggung jawab dalam mengembangkan wawasan keilmuan dan membekali para mahasiswa dengan gambaran aplikasi di dunia nyata, kami dari Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana Program Studi S1 Sistem Informasi, mewajibkan mahasiswa untuk melaksanakan penelitian dan pengumpulan data dalam menyelesaikan tugas akhir yang sedang disusun .

Sehubungan dengan hal tersebut, melalui surat ini kami mengajukan permohonan kiranya mahasiswa kami dapat memperoleh data yang diperlukan di tempat yang Bapak/Ibu pimpin sesuai dengan waktu yang Bapak/Ibu izinkan dan pengambilan data tersebut hanya digunakan untuk keperluan tugas akhir yang sedang disusun. Mengenai waktu dapat dikonfirmasikan pada mahasiswa yang bersangkutan. Adapun mahasiswa yang akan melakukan peelitian adalah sebagai berikut :

No	Nama	NPM	No. Hp
1	Dimas Dwi Maulana	2116211011	087802560610
2	Yusup Abdul Aziz	2116211015	085156281345

Demikian surat permohonan ini disampaikan, atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Bandung, 14 Juli 2025
Dekan Fakultas Teknik

Slamet Risnanto, S.T.,M.Kom.,Ph.D
NIP: 432.200.125

Tembusan:
1. Yth. Wakil Rektor I USB YPKP
2. Yth. Ketua Program Studi Sistem Informasi
3. Arsip

Lampiran 2. Tabel Rekapitulasi Penilaian Penggunaan Aplikasi AR oleh Siswa Sekolah Dasar

Timestamp	Peran Anda Di	Jenis Kelamin:	Saya tidak mer	Tampilan ikan :	Informasi yang	Warna, gamba	Saya merasa s	Suara atau tom	Belajar menggu	Saya akan mer	Column 12	skor	rata-rata
7/14/2025 12:07:02	Murid	Laki - Laki	4	5	4	4	2	4	4	5		32	4
7/14/2025 12:10:51	Murid	Perempuan	4	4	4	4	4	4	5	4		33	4,125
7/14/2025 12:14:28	Murid	Laki - Laki	4	5	2	4	5	3	4	4		31	3,875
7/14/2025 12:17:50	Murid	Perempuan	5	4	4	5	4	4	4	4		34	4,25
7/14/2025 12:20:34	Murid	Laki - Laki	3	5	4	4	4	5	5	4		34	4,25
7/14/2025 12:22:36	Murid	Perempuan	3	4	4	4	5	4	5	5		34	4,25
7/14/2025 12:25:02	Murid	Laki - Laki	3	5	4	5	4	5	5	5		36	4,5
7/14/2025 12:27:08	Murid	Perempuan	3	4	4	4	5	3	2	4		29	3,625
7/15/2025 12:27:08	Guru	Perempuan	5	4	4	4	4	3	5	5		34	4,25
7/16/2025 12:27:08	Murid	Perempuan	4	5	5	5	4	3	4	4		34	4,25
										total:			
										4,1375			
										82,75			