

MEDIA PEMBELAJARAN DUNIA LAUT BERBASIS AUGMENTED REALITY

Bima Cahya Saputra¹⁾, Deny Hermansyah^{2)*}, Sinaring Azi Laga³⁾

E-mail : ¹⁾ 202202011009@mhs.hayamwuruk.ac.id , ²⁾ deny.hermansyah@hayamwuruk.ac.id, ³⁾ sinaring.laga@perbanas.ac.id

¹Universitas Hayam Wuruk Perbanas, Teknik dan Desain, Program Studi Informatika

²Universitas Hayam Wuruk Perbanas, Teknik dan Desain, Program Studi Informatika

³Universitas Hayam Wuruk Perbanas, Teknik dan Desain, Program Studi Informatika

(Naskah masuk: 19 Desember 2025, diterima untuk diterbitkan: 31 Desember 2025)

Abstrak

Kemajuan teknologi *Augmented Reality* (AR) membuka peluang baru dalam penyajian materi pendidikan yang interaktif dan visual, khususnya pada topik ekosistem laut yang sulit direpresentasikan melalui media konvensional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi AR “Mari Belajar Tentang Dunia Laut” sebagai media pembelajaran interaktif untuk mengenalkan biota dan ekosistem laut. Pengembangan aplikasi menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), dengan Canva sebagai alat desain grafis dan Assemblr Studio sebagai platform AR. Aplikasi menampilkan visualisasi 3D berbagai biota laut dan terumbu karang yang dilengkapi informasi edukatif mengenai konservasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berjalan dengan baik, mudah digunakan, dan memberikan pengalaman belajar yang imersif. Secara keseluruhan, aplikasi ini efektif sebagai media pembelajaran serta berpotensi meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pengguna terhadap pelestarian lingkungan laut.

Kata kunci: *augmented reality, media pembelajaran, aplikasi edukasi, MDLC*.

1. PENDAHULUAN

Integrasi teknologi digital dalam pendidikan modern menjadi kebutuhan mendesak untuk menciptakan pembelajaran yang adaptif dan partisipatif[1]. Salah satu inovasi yang berperan penting adalah *Augmented Reality* (AR), yaitu teknologi yang mampu memproyeksikan objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara *real-time*[2]. AR memiliki keunggulan dalam memvisualisasikan konsep abstrak secara konkret, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan kognitif dan motivasi belajar pengguna[3]. Dalam konteks pendidikan, pemanfaatan AR dinilai strategis untuk materi yang memiliki kompleksitas visual dan spasial tinggi, seperti ekosistem bawah laut yang sulit diamati secara langsung[4].

Selama ini, penyampaian materi mengenai biodiversitas laut masih didominasi oleh media konvensional yang terbatas dalam merepresentasikan karakteristik morfologi dan dinamika interaksi biota laut secara menyeluruh[5], [6], [7]. Kondisi tersebut berpotensi menghambat pemahaman mendalam peserta didik, sehingga diperlukan inovasi media pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman visual yang lebih imersif dan realistik [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* berjudul “Mari Belajar Tentang Dunia Laut”[9],[10]. Aplikasi ini menyajikan visualisasi tiga dimensi berbagai fauna laut serta ekosistem terumbu karang yang dilengkapi dengan narasi edukatif [11], [12]. Selain berfungsi sebagai media pembelajaran interaktif, aplikasi ini juga mengintegrasikan nilai-nilai konservasi untuk menumbuhkan kesadaran pengguna akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan laut[13],[14]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat

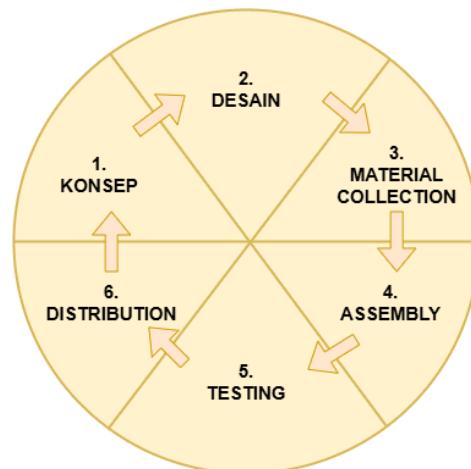
meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus literasi ekologis melalui pendekatan teknologi imersif [15].

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan kerangka kerja *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) sebagai metode pengembangan aplikasi Augmented Reality “Mari Belajar Tentang Dunia Laut”. MDLC dipilih karena sesuai untuk pengembangan aplikasi multimedia yang mengintegrasikan teks, visual, audio, dan objek tiga dimensi dalam satu sistem pembelajaran interaktif. Dalam penelitian ini, seluruh tahapan MDLC diimplementasikan secara terstruktur untuk memastikan kualitas dan fungsionalitas aplikasi yang dikembangkan.

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Gambar 1 memperlihatkan tahapan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri atas *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*. Pada penelitian ini, tahapan MDLC diterapkan secara sistematis, dengan pemaparan difokuskan pada implementasi setiap tahap yang relevan dengan pengembangan aplikasi *Augmented Reality*.



Gambar 1. MDLC

2.2 Tahapan Penelitian

Tahap *concept* difokuskan pada perumusan tujuan dan ruang lingkup aplikasi, yaitu pengembangan media pembelajaran berbasis AR untuk memvisualisasikan ekosistem laut secara interaktif. Target pengguna meliputi pelajar dan masyarakat umum yang membutuhkan media edukatif yang mudah dipahami dan menarik secara visual.

Pada tahap *design*, dilakukan perancangan alur sistem dan antarmuka pengguna. Perancangan ini mencakup navigasi aplikasi, mekanisme interaksi AR, serta skenario penggunaan yang dimodelkan menggunakan *flowchart* dan *use case diagram*.

Tahap *material collecting* meliputi pengumpulan dan pembuatan aset multimedia yang digunakan dalam aplikasi, seperti materi edukasi kelautan, gambar referensi, serta model tiga dimensi fauna laut dan terumbu karang. Seluruh aset disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik pengguna.

Tahap *assembly* merupakan proses integrasi seluruh aset ke dalam platform pengembangan *Augmented Reality*. Pada tahap ini, objek 3D, teks informasi, dan elemen antarmuka digabungkan serta diatur agar dapat ditampilkan secara *real-time* melalui kamera perangkat.

Tahap *testing* dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi aplikasi berjalan dengan baik. Pengujian meliputi navigasi, tampilan objek AR, dan penyajian informasi edukatif.

Tahap akhir adalah *distribution*, yaitu pendistribusian aplikasi untuk perangkat *mobile* sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran mandiri maupun pendukung kegiatan belajar di kelas..

2.3 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) didefinisikan sebagai teknologi imersif yang memiliki kemampuan untuk menyuperimposikan objek virtual (maya) ke dalam lingkungan fisik nyata secara waktu nyata (*real-time*). Berbeda dengan *Virtual Reality* yang menggantikan dunia nyata sepenuhnya, AR memperkaya persepsi pengguna terhadap dunia nyata dengan menambahkan lapisan informasi digital. Dalam penelitian ini, teknologi AR diadopsi sebagai instrumen pedagogis untuk memproyeksikan visualisasi biota laut dan habitatnya. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pengalaman belajar yang jauh lebih interaktif dan menarik dibandingkan media konvensional statis, sehingga diharapkan dapat meningkatkan retensi pemahaman pengguna terhadap materi ekosistem laut.

2.4 Black Box Testing

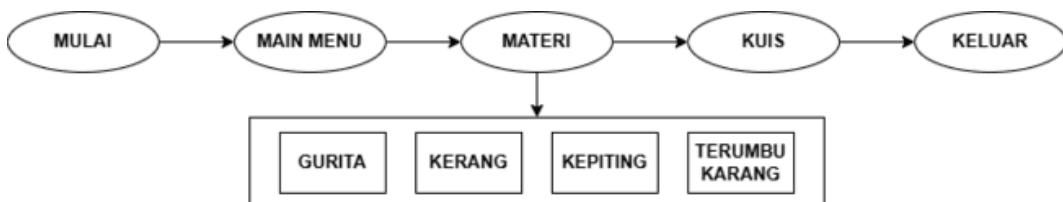
Black Box Testing merupakan metodologi pengujian perangkat lunak yang berfokus pada analisis perilaku fungsional sistem tanpa memerlukan pengetahuan tentang struktur kode internal atau logika pemrograman di dalamnya. Prinsip utama metode ini adalah memverifikasi kesesuaian antara masukan (*input*) yang diberikan dengan keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh sistem. Dalam penelitian ini, *Black Box Testing* digunakan untuk memvalidasi fitur-fitur krusial aplikasi, seperti mekanisme pemunculan objek 3D, alur navigasi antar-halaman, serta konsistensi penyajian informasi, guna memastikan aplikasi beroperasi sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah dirancang sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan luaran dari proses perancangan dan implementasi sistem yang telah dikembangkan. Pembahasan mencakup visualisasi logika sistem melalui diagram alir (*flowchart*) dan diagram *use case*, serta paparan antarmuka pengguna pada setiap segmen (*scene*) dalam aplikasi *Augmented Reality* “Mari Belajar Tentang Dunia Laut”.

3.1 Konseptual

Fase ini merupakan langkah fundamental dalam merumuskan arsitektur media edukasi interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality*. Konsep pengembangan aplikasi ini diinisiasi sebagai respons strategis terhadap permasalahan minimnya pemahaman pengguna mengenai ekosistem laut, yang selama ini terkendala oleh penggunaan media pembelajaran konvensional dua dimensi. Aplikasi “Mari Belajar Tentang Dunia Laut” dikonseptualisasikan sebagai instrumen pembelajaran visual yang imersif. Melalui pendekatan ini, pengguna difasilitasi untuk melakukan observasi terhadap biota laut dalam format objek tiga dimensi yang diproyeksikan secara *real-time* ke dalam lingkungan nyata, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih konkret dan menarik.



Gambar 2. Konsep Media Pembelajaran

Arsitektur media pembelajaran ini dibangun di atas integrasi tiga komponen fundamental, yaitu: visualisasi objek 3D biota laut yang realistik, penyajian informasi tekstual yang sarat muatan pengetahuan, serta rancangan antarmuka pengguna yang intuitif (*user-friendly*). Konten visual yang diangkat meliputi representasi spesies fauna spesifik seperti gurita (*Octopoda*), kerang (*Bivalvia*), dan kepiting (*Brachyura*) serta ekosistem terumbu karang sebagai habitat pendukung. Selain berfokus pada ranah kognitif melalui pengenalan materi biologi, aplikasi ini juga mengakomodasi ranah afektif dengan menyisipkan pesan moral mengenai urgensi konservasi lingkungan laut. Keseluruhan

kerangka kerja ini dipetakan ke dalam sebuah diagram konseptual yang mengilustrasikan interelasi dinamis antara pengguna (*user*), sistem aplikasi, dan konten pembelajaran, guna memastikan alur edukasi yang kohesif.

3.2 Perancangan

Fase perancangan bertujuan untuk mentransformasikan kerangka konseptual yang telah dirumuskan menjadi spesifikasi teknis sistem yang terstruktur. Mengacu pada metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), proses ini mencakup perancangan arsitektur informasi, alur navigasi, serta mekanisme interaksi manusia dan komputer (*Human-Computer Interaction*). Orientasi utama pada tahap ini adalah menciptakan pengalaman pengguna (*User Experience*) yang optimal, di mana aplikasi tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan mudah dioperasikan.

3.3 Pengumpulan Bahan

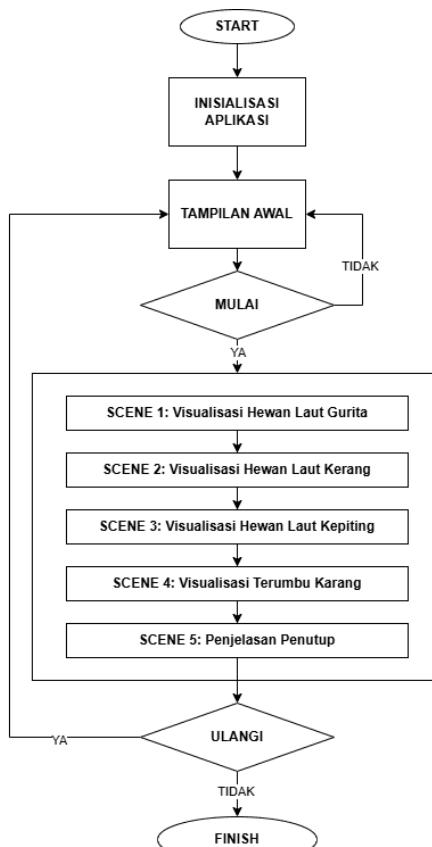
Fase ini difokuskan pada proses akuisisi dan kurasi seluruh elemen aset digital yang menjadi fondasi pengembangan aplikasi. Komponen utama yang dihimpun mencakup literatur edukatif mengenai ekosistem laut, referensi visual untuk tekstur dan bentuk, serta pengembangan model tiga dimensi (3D). Seluruh materi substansi diselaraskan dengan objektif pedagogis aplikasi, yakni untuk mengedukasi pengguna mengenai biodiversitas laut serta urgensi pelestarian ekosistemnya. Aset visual utama berupa objek 3D—yang merepresentasikan spesies seperti gurita, kerang, kepiting, serta habitat terumbu karang—dikembangkan melalui proses pemodelan digital atau dikurasi dari sumber pustaka yang valid, kemudian dioptimasi agar kompatibel dengan performa aplikasi. Bersamaan dengan itu, narasi teksual disusun secara ringkas namun substantif (padat informasi) untuk memastikan keterbacaan dan kemudahan pemahaman bagi pengguna. Integrasi seluruh aset ini bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas visualisasi dan penyampaian informasi dalam lingkungan *Augmented Reality* yang dibangun.

Tabel 1. Pengumpulan Bahan

Assets	Fungsi	Keterangan
Aset desain	Sebagai visualisasi antarmuka aplikasi	Dibuat menggunakan Canva
Objek 3D	Sebagai visualisasi 3D materi biota laut	Didownload dari sumber bebas hak cipta (platform penyedia model 3D)
Teks materi edukatif	Menyampaikan informasi pembelajaran pada setiap scene	Disusun dan dibuat sendiri oleh penulis
Aset kuis pembelajaran	Sebagai media evaluasi pemahaman pengguna	Dibuat sendiri sesuai materi gurita, kerang, kepiting, dan terumbu karang

3.4 Flowchart

Visualisasi logika operasional sistem dipetakan dalam diagram alir (*flowchart*) sebagaimana tersaji pada Gambar 3. Diagram ini merepresentasikan mekanisme navigasi pengguna secara menyeluruh (*end-to-end*), mulai dari fase inisialisasi aplikasi hingga terminasi sesi. Interaksi diawali pada antarmuka utama (*interface*) yang memuat judul dan tombol navigasi untuk memulai sesi. Setelah fungsi tersebut diaktifasi, sistem secara otomatis mengarahkan pengguna melewati rangkaian *scene* visualisasi secara sekuensial—mencakup identifikasi ragam fauna laut dan habitat terumbu karang—sebelum berakhir pada segmen penutup. Penerapan struktur alur yang bersifat linier ini bertujuan untuk meminimalkan kompleksitas navigasi, sehingga menjamin kemudahan pengoperasian (*usability*) dan mencegah kebingungan pengguna selama proses pembelajaran.



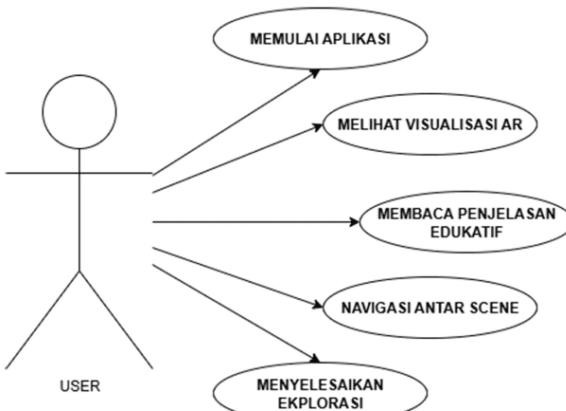
Gambar 3. *Flowchart*

- a. **Inisialisasi Sistem (System Initialization)** Tahap ini merupakan prosedur eksekusi awal saat aplikasi dijalankan pada platform Assemblr. Sistem melakukan proses *booting* untuk mengunduh dan memuat (*load*) seluruh pustaka aset digital dari penyimpanan awan (*cloud server*). Aset yang dipersiapkan mencakup model tiga dimensi (3D) biota laut, tekstur material, serta elemen antarmuka pengguna (*User Interface*), guna memastikan seluruh konten siap dirender dalam format *Augmented Reality*.
- b. **Tampilan Awal (Main Interface)** Pasca-pemuatan aset selesai, pengguna akan diarahkan menuju antarmuka utama atau *canvas* awal. Dalam arsitektur aplikasi Assemblr, halaman ini berfungsi sebagai *landing page* yang memuat judul proyek, instruksi penggunaan, serta navigasi dasar sebelum fungsi kamera AR diaktifkan sepenuhnya untuk memasuki materi inti.
- c. **Eksekusi Mulai (Start Action)** Interaksi pengguna diinisiasi melalui tombol perintah "Mulai". Sistem menerapkan logika kondisional pada tahap ini; apabila input sentuhan terdeteksi pada tombol tersebut, sistem akan memicu transisi untuk berpindah dari halaman judul menuju *scene* visualisasi 3D. Sebaliknya, jika tidak ada interaksi, sistem akan menahan pengguna pada halaman judul.
- d. **Visualisasi Sekuensial (Sequence Visualization)** Bagian ini merupakan inti dari pengalaman *Augmented Reality*, di mana materi disajikan melalui perpindahan *scene* secara berurutan. Alur visualisasi dirancang sebagai berikut:
 - Scene 1: Sistem me-render objek 3D Gurita beserta simulasi geraknya.
 - Scene 2: Navigasi berlanjut ke visualisasi objek 3D Kerang.
 - Scene 3: Navigasi diteruskan ke visualisasi objek 3D Kepiting.
 - Scene 4: Visualisasi diakhiri dengan tampilan lingkungan ekosistem Terumbu Karang. Setiap *scene* dirancang untuk memfasilitasi observasi mendalam, memungkinkan pengguna mengeksplorasi karakteristik morfologi biota laut dari berbagai sudut pandang dalam ruang virtual.

- e. **Segmen Penutup (Conclusion)** Setelah rangkaian visualisasi berakhir, alur sistem bermuara pada *scene* penutup. Pada tahap ini, aplikasi menyajikan sintesis informasi dalam bentuk anotasi teks atau narasi audio. Tujuannya adalah memberikan kesimpulan edukatif yang komprehensif mengenai materi biota dan ekosistem laut yang telah dipelajari sebelumnya.
- f. **Navigasi Siklus (Iterative Navigation)** Pada fase terminasi, sistem menyediakan opsi navigasi siklus (*looping*) kepada pengguna. Logika keputusan ditawarkan melalui tombol navigasi ulang (seperti "Home" atau "Replay"). Jika pengguna memilih opsi afirmatif ("Ya"), sistem akan mereset alur kembali ke Tampilan Awal. Namun, jika pengguna memilih opsi negatif ("Tidak"), proses data AR akan dihentikan dan aplikasi memasuki status selesai (*Finish*).

3.5 Use Case Diagram

Use Case sebagaimana tersaji pada Gambar 4 difungsikan untuk memvisualisasikan interaksi fungsional antara *actor* dalam hal ini pengguna (siswa, pendidik, atau masyarakat umum) dengan sistem aplikasi AR. Diagram ini memetakan batasan sistem serta spesifikasi fitur utama yang dapat dieksekusi oleh pengguna dalam lingkungan aplikasi.



Gambar 4. Use Case Diagram

Dalam skema interaksi ini, pengguna memegang peran aktif sebagai inisiator perintah (*primary actor*). Aktivitas pengguna mencakup inisialisasi aplikasi, navigasi antar-*scene*, observasi objek visual 3D, hingga akses terhadap literatur edukatif. Pemodelan melalui *Use Case Diagram* menjadi instrumen vital bagi pengembang untuk memvalidasi pemenuhan kebutuhan fungsional (*functional requirements*) sistem agar selaras dengan rencana pengembangan. Selain itu, diagram ini memberikan kerangka logis yang memudahkan pemahaman mengenai alur operasional sistem dari perspektif pengguna akhir.

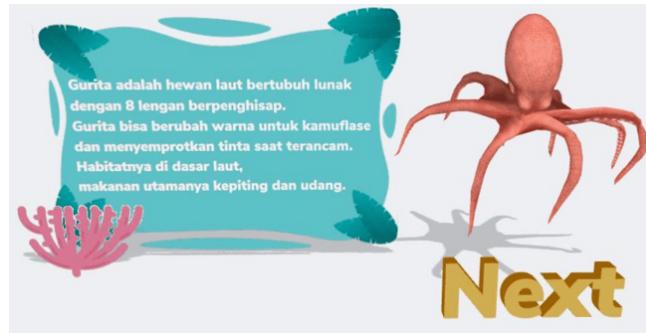
3.6 Hasil Tampilan

Fase implementasi tampilan merupakan tahap realisasi teknis yang dilaksanakan pasca-finalisasi perancangan struktural (meliputi *flowchart* dan *use case*) serta akuisisi aset digital. Fokus utama pada tahap ini adalah integrasi atau perakitan seluruh komponen multimedia ke dalam lingkungan pengembangan *Augmented Reality*. Pada proses ini, materi pedagogis, model tiga dimensi, dan elemen antarmuka pengguna disintesiskan menjadi satu kesatuan sistem aplikasi yang kohesif dan interaktif. Tahapan ini memegang peranan krusial dalam mentransformasikan rancangan desain konseptual menjadi artefak perangkat lunak yang fungsional, yang selanjutnya siap untuk memasuki tahap pengujian validitas dan reliabilitas sistem.



Gambar 5. Main Menu

Visualisasi antarmuka menu utama disajikan pada Gambar 5, yang berperan sebagai *hub* atau pusat kendali navigasi bagi pengguna. Desain antarmuka ini mengintegrasikan tiga elemen kontrol utama untuk mengakses fitur inti aplikasi secara efisien. Pertama, tombol Materi berfungsi sebagai gerbang akses menuju modul pemilihan konten pembelajaran. Kedua, tombol Kuis memfasilitasi pengguna untuk mengakses instrumen evaluasi guna mengukur pemahaman materi. Terakhir, tombol Keluar disediakan sebagai fitur terminasi untuk mengakhiri sesi dan menutup sistem aplikasi.



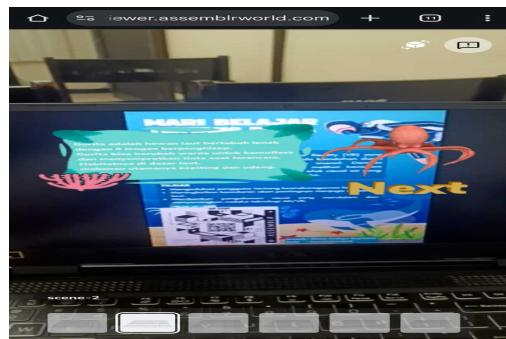
Gambar 6. Materi Gurita

Visualisasi materi pembelajaran terkait spesies gurita (*Octopoda*) diperlihatkan pada Gambar 6. Halaman antarmuka ini mengintegrasikan proyeksi objek tiga dimensi (3D) interaktif yang memungkinkan observasi mendalam dari berbagai sisi. Selain aspek visual, aplikasi menyertakan deskripsi teksual yang mencakup karakteristik morfologi, habitat, serta profil umum biota tersebut. Pendekatan visualisasi 3D ini diterapkan secara strategis untuk mengonkretkan materi abstrak, sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan retensi pemahaman pengguna terhadap objek studi yang disajikan.



Gambar 7. Kuis Gurita

Visualisasi pada Gambar 7 merepresentasikan antarmuka evaluasi formatif yang difokuskan pada materi gurita. Modul ini dirancang untuk menyajikan butir pertanyaan yang relevan dengan aspek morfologi, habitat, serta fungsi ekologis spesies tersebut. Mengadopsi mekanisme pilihan ganda (*multiple choice*), sistem mengharuskan pengguna menseleksi opsi jawaban yang paling akurat dari alternatif yang tersedia. Implementasi fitur evaluasi ini berfungsi sebagai instrumen ukur untuk memvalidasi tingkat kognisi dan penguasaan materi pengguna pasca-pembelajaran.



Gambar 8. AR Ruang Nyata

Gambar 8 mendemonstrasikan implementasi visualisasi *Augmented Reality*, di mana objek tiga dimensi biota laut diproyeksikan ke dalam lingkungan fisik pengguna melalui lensa kamera. Teknologi ini memungkinkan terjadinya superimposisi objek virtual dengan dunia nyata secara *real-time* (waktu nyata). Kemampuan ini memfasilitasi interaksi langsung antara pengguna dan elemen digital, menciptakan lingkungan pembelajaran yang imersif serta meningkatkan keterlibatan pengguna secara signifikan.

3.7 Pengujian BlackBox Testing

Validasi sistem dilaksanakan dengan mengeksekusi aplikasi pada perangkat seluler yang memiliki kompatibilitas terhadap teknologi *Augmented Reality*. Prosedur pengujian mencakup verifikasi terhadap responsivitas antarmuka dan fungsionalitas fitur berdasarkan skenario uji (*test cases*) yang telah ditetapkan. Data hasil pengujian kemudian didokumentasikan dan dianalisis secara komprehensif guna memastikan kinerja sistem selaras dengan spesifikasi kebutuhan fungsional yang diharapkan.

Tabel 2. Pengujian Blackbox Testing

No	Fitur yang Diuji	Input / Aksi Pengguna	Output yang Diharapkan	Hasil	Interpretasi
1	Menu Materi	Memilih menu Materi	Menampilkan daftar materi (Gurita, Kerang, Kepiting, Terumbu Karang)	Sesuai	Menu utama berfungsi dengan baik dan menjadi titik awal navigasi pembelajaran.
2	Materi Gurita	Memilih materi Gurita	Menampilkan objek AR gurita dan penjelasan edukatif	Sesuai	Visualisasi AR dan konten edukatif tampil secara sinkron tanpa kesalahan.

3	Materi Kerang	Memilih materi Kerang	Menampilkan objek AR kerang dan penjelasan edukatif	Sesuai	Sistem mampu menampilkan objek AR sesuai materi yang dipilih.
4	Materi Kepiting	Memilih materi Kepiting	Menampilkan objek AR kepiting dan penjelasan edukatif	Sesuai	Interaksi pengguna dengan objek AR berjalan stabil dan responsif.
5	Materi Terumbu Karang	Memilih materi Terumbu Karang	Menampilkan visualisasi AR terumbu karang dan informasi ekosistem	Sesuai	Visualisasi ekosistem kompleks dapat ditampilkan dengan baik dan informatif.
6	Navigasi Scene	Menekan tombol Next	Berpindah ke <i>scene</i> berikutnya	Sesuai	Alur navigasi antar- <i>scene</i> berjalan konsisten dan mudah dipahami.
7	Menu Kuis	Memilih menu Kuis	Menampilkan pilihan kuis berdasarkan materi	Sesuai	Fitur evaluasi terintegrasi dengan baik dalam sistem pembelajaran.
8	Kuis Gurita	Memilih jawaban kuis	Sistem menampilkan soal berikutnya	Sesuai	Sistem mampu memproses input pengguna secara berurutan.
9	Kuis Kerang	Memilih jawaban kuis	Sistem memproses jawaban pengguna	Sesuai	Mekanisme evaluasi berjalan tanpa gangguan fungsional.
10	Kuis Kepiting	Memilih jawaban kuis	Sistem memproses jawaban pengguna	Sesuai	Fitur kuis mendukung penguatan pemahaman materi.
11	Kuis Terumbu Karang	Memilih jawaban kuis	Sistem memproses jawaban pengguna	Sesuai	Sistem evaluasi konsisten pada seluruh materi pembelajaran.
12	Tombol Keluar	Menekan tombol Keluar	Aplikasi menutup atau kembali ke awal	Sesuai	Fungsi keluar aplikasi bekerja sesuai standar penggunaan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *Augmented Reality* “Mari Belajar Tentang Dunia Laut” berhasil dikembangkan sebagai media edukasi berbasis AR. Aplikasi ini mampu menyajikan visualisasi interaktif mengenai ekosistem laut, mulai dari pengenalan biota laut hingga pesan pelestarian lingkungan. Pemanfaatan Canva dan Assemblr Studio memudahkan proses pembuatan aplikasi tanpa memerlukan pemrograman yang kompleks. Aplikasi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif serta dapat digunakan oleh berbagai kalangan, khususnya siswa dan masyarakat umum. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyediaan model pengembangan media pembelajaran AR yang praktis dan mudah direplikasi sebagai alternatif inovatif dalam edukasi lingkungan berbasis teknologi digital.

4.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak variasi objek biota laut, fitur audio berupa narasi, serta animasi yang lebih interaktif. Selain itu, pengoptimalan performa aplikasi agar dapat berjalan lebih ringan pada perangkat dengan spesifikasi menengah ke bawah juga perlu diperhatikan. Aplikasi juga dapat didistribusikan secara lebih luas melalui platform digital agar manfaat edukatifnya dapat dirasakan oleh lebih banyak pengguna.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Nashrullah, S. Rahman, A. Majid, N. Hariyati, dan Budiyanto, “Transformasi Digital dalam Pendidikan Indonesia: Analisis Kebijakan dan Implikasinya terhadap Kualitas Pembelajaran,” *Mudir J. Manaj. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, hlm. 52–59, Jan 2025, doi: 10.55352/mudir.v7i1.1290.
- [2] j-sika dan K. Nistrina, “Penerapan Augmented Reality Dalam Media Pembelajaran,” *J-SIKA Jurnal Sist. Inf. Karya Anak Bangsa*, vol. 3, no. 01, hlm. 1–5, Jun 2021.
- [3] W. Asih dan M. Ridwan, “Pengaruh Media Augmented Reality Terhadap Motivasi Belajar Passing Sepak Bola,” *Jump. J. Mhs. Pendidik. Olahraga*, vol. 3, no. 2, hlm. 123–130, Mei 2023, doi: 10.55081/jumper.v3i2.903.
- [4] D. S. Anggraeni, D. Prasti, dan S. Ekawati, “Implementasi Teknologi Augmented Reality pada Media Pembelajaran Pengenalan Ekosistem Laut untuk Siswa Kelas 5,” *Semantik Semin. Nas. Teknol. Inf. Dan Komput.*, vol. 5, no. 1, hlm. 466–475, Agu 2025.
- [5] M. N. Akbar, L. Dama, M. A. Ibrahim, S. A. Mabuia, dan A. H. Uno, “Analisis Permasalahan Guru SMA terkait Penggunaan Media Pembelajaran Biologi Selama Proses Pembelajaran Berbasis Hybrid Learning di Kabupaten Bone Bolango,” *Indones. J. Educ. Sci. IJES*, vol. 4, no. 2, hlm. 111–120, Mar 2022, doi: 10.31605/ijes.v4i2.1483.
- [6] S. P. K. Surata, I. M. Diarta, I. M. S. Hermawan, dan I. W. Mardikayasa, “Visualisasi Media Gambar: Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Profesi Guru Tentang Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi,” *J. Santiaji Pendidik. JSP*, vol. 14, no. 1, hlm. 33–46, Mar 2024, doi: 10.36733/jsp.v14i1.8731.
- [7] R. N. Shoimah, “PEnggunaan Media Pembelajaran Konkrit Untuk Meningkatkan Aktifitas Belajar Dan Pemahaman Konsep Pecahan Mata Pelajaran Matematika Siswa Kelas Iii Mi Ma’Arif Nu Sukodadi-Lamongan,” *MIDA J. Pendidik. Dasar Islam*, vol. 4, no. 2, hlm. 1–18, Jul 2021.
- [8] H. Khoiriah, “Peran Teknologi Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran Studi Kasus Pemanfaatan AR untuk Meningkatkan Kualitas Sarana Prasarana Pendidikan,” *Nashru J. Bimbing. Dan Konseling Pendidik. Islam*, vol. 3, no. 1, hlm. 1–12, Jun 2025.

- [9] E. S. Fania dan S. F. Putri, "Pemanfaatan Augmented Reality (AR) dalam Media Pembelajaran Menggunakan Assemblr Education pada Mata Pelajaran Administrasi Umum," *Pros. Natl. Semin. Account. Finance Econ. NSAFE*, vol. 4, no. 1, Agu 2024, Diakses: 18 Desember 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://conference.um.ac.id/index.php/nsafe/article/view/8873>
- [10] L. N. Fitriana dan R. A. Aziz, "Perancangan Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Laut Berbasis Multimedia Interaktif," *Repeater Publ. Tek. Inform. Dan Jar.*, vol. 2, no. 3, hlm. 188–197, Jul 2024, doi: 10.62951/repeater.v2i3.137.
- [11] A. D. Yasmin dan Yoto, "AR-Learning: Media pembelajaran berbasis Mobile dengan Visualisasi 3 Dimensi Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Critical Thinking Siswa," *Didakt. J. Kependidikan*, vol. 12, no. 4 Nopember, hlm. 751–760, Nov 2023, doi: 10.58230/27454312.296.
- [12] R. T. Hadinoto, S. Sunaryo, dan C. E. Rustana, "Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Yang Dikembangkan Dengan Menggunakan Powerpoint Ispring Suite 8 Pada Konsep Fluida Statis Untuk Peserta Didik Sma," *Pros. Semin. Nas. Fis. E-J.*, vol. 11, hlm. 89–96, Jan 2023, doi: 10.21009/03.1102.PF13.
- [13] A. G. Pravitasari dan N. Nugraheni, "Transformasi Pendidikan Menuju Konservasi Berkelanjutan: Membangun Kesadaran Lingkungan dan Kepedulian Generasi Mendatang," *Socius J. Penelit. Ilmu-Ilmu Sos.*, vol. 1, no. 9, Apr 2024, doi: 10.5281/zenodo.10928962.
- [14] P. Dellia dan A. J. Amil, "Pengembangan Media Virtual Reality Tentang Perkapalan Dan Strategi Peperangan Laut Dalam Cerita Rakyat Jokotole Pada Pelajaran Bahasa Indonesia Di Smp Negeri 1 Pasean Pamekasan," *J. Ilm. Edutic Pendidik. Dan Inform.*, vol. 7, no. 2, hlm. 134–142, Mei 2021, doi: 10.21107/edutic.v7i2.10607.
- [15] I. Nurwanti, A. Mashuri, dan B. Sasomo, "Efektifitas Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Two Stay Two Stray Berbasis Media Visual Tiga Dimensi Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelasviii Smp Syarifatul 'Ulum Widdodaren," *J. MathEducation Nusant.*, vol. 7, no. 2, hlm. 18–23, Agu 2024, doi: 10.32696/jmn.v7i2.377.