

Penerapan *Augmented Reality* pada *Game* Edukasi Tumbuhan Lumut untuk Siswa SMP Negeri 2 Parittiga

Augmented Reality Integration in Moss Plant Educational Game for SMP Negeri 2 Parittiga Students

Hidayat^{1*}, Sidhiq Andriyanto², Yang Agita Rindri³

Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia¹²³

hidayatfever22@gmail.com¹, andriyanto.sidhiq@gmail.com², yang.agita@polman-babel.ac.id³

Abstrak

Kemajuan teknologi yang pesat di era saat ini memberikan peluang yang sangat baik untuk mengintegrasikan inovasi dalam sektor pendidikan. Keterlibatan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan efisiensi proses belajar mengajar, tetapi juga membuka peluang untuk menciptakan pengalaman pendidikan yang lebih interaktif dan menarik bagi para siswa. Pemanfaatan *augmented reality* dan *game* edukasi diharapkan dapat membantu guru dalam memvisualisasikan benda yang berbentuk abstrak serta para siswa dapat bermain sambil belajar, sehingga mudah dijelaskan dan dimengerti oleh para siswa serta memberikan pengalaman belajar yang menarik sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar siswa. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang aplikasi *augmented reality* dan permainan edukatif mengenai tumbuhan lumut yang disesuaikan dengan pembelajaran dan kebutuhan siswa SMP Negeri 2 Parittiga. Aplikasi ini akan menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan, meningkatkan motivasi belajar siswa tentang tumbuhan lumut, dan memberikan kontribusi positif terhadap kualitas pendidikan di sekolah ini. Metode pengembangan aplikasi yang digunakan adalah *Game Development Life Cycle* (GDLC). Pengembangan aplikasi *game* menggunakan Unity dengan bahasa pemrograman C# dan perancangan objek 3D dan 2D menggunakan aplikasi Blender dan Adobe Illustrator. Berdasarkan hasil pengujian dari ahli materi mendapat hasil 92,22% yang menunjukkan aplikasi sudah menggunakan materi yang sesuai dengan pembelajaran, sedangkan untuk *User Acceptance Testing* yang dilakukan kepada para siswa SMP Negeri 2 Parittiga mendapat persentase kelayakan sebesar 91,53%, aplikasi berjalan dengan baik dengan tanpa adanya masalah validitas fungsi-fungsi aplikasi yang ditemukan.

Kata kunci: *Augmented Reality*; *Game* Edukasi; Tumbuhan Lumut.

Abstract

The rapid advancement of technology in the current era provides a great opportunity to integrate innovation in the education sector. The involvement of technology in education not only increases the efficiency of learning and teaching processes but also opens up the opportunity to create more interactive and engaging educational experiences for students. The use of *augmented reality* and educational games is expected to help teachers visualize abstract objects and allow students to learn while playing, making it easier to explain and understand students and providing an interesting learning experience that can foster students' motivation to learn. The research aims to design an *augmented reality* application and educational game on moss plants that are suitable for learning and students' needs at SMP Negeri 2 Parittiga. This application will provide an interactive and enjoyable learning experience, increase students' motivation to learn about moss plants and make a positive contribution to the quality of education in this school. The development method used for the application is the *Game Development Life Cycle* (GDLC). The game development uses Unity with C# programming language and 3D and 2D object design using Blender and Adobe Illustrator applications. Based on the results of testing by subject matter experts, a result of 92.22% was obtained, indicating that the application already uses material that is suitable for learning, while for *User Acceptance Testing* conducted on SMP Negeri 2 Parittiga students, a usability score of 91.53% was obtained, indicating that the application runs well without any problems with the validity of the application's functions found.

Keywords: *Augmented Reality*; Educational Games; Moss Plants.

Naskah diterima 29 Desember 2023; direvisi 6 Maret 2024; dipublikasi 11 Maret 2024.
JATI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Pendidikan menjadi salah satu fondasi krusial dalam membentuk generasi yang unggul. Dalam ranah pendidikan, pemanfaatan teknologi telah menghadirkan transformasi yang mencolok dalam metode penyampaian dan proses pembelajaran. Kemajuan ilmu dan teknologi yang terus berkembang dengan cepat memengaruhi setiap generasi [1]. Penggunaan teknologi dalam pendidikan terbukti dapat menghindari rasa jenuh pada siswa [2]. *Augmented reality* muncul sebagai teknologi yang penuh potensi dalam konteks pembelajaran [3]. Dengan pemanfaatan *augmented reality* dan *game* edukasi diharapkan dapat membantu guru

dalam memvisualisasikan benda yang berbentuk abstrak serta para siswa dapat bermain sambil belajar, sehingga mudah dijelaskan dan dimengerti oleh para siswa serta memberikan pengalaman belajar yang menarik sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar siswa. *Augmented reality* juga memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek tiga dimensi atau 3D dan informasi tambahan dalam konteks nyata, menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan mendalam. Pembelajaran menjadi lebih seru ketika metode pengajaran dapat dilakukan dengan inovasi dan kreativitas [4].

Augmented Reality atau juga disingkat dengan AR merupakan suatu metode yang menggabungkan objek maya ke dalam realitas sekitar secara waktu nyata. Sebagai alat bantu pembelajaran, AR cocok untuk mendukung pengalaman dan interaksi pengguna dengan lingkungan nyata melalui medianya [5]. Penggunaan AR sebagai alternatif media pembelajaran dapat menarik minat siswa, sehingga potensial meningkatkan mutu media pembelajaran [6]. Oleh karena itu, sebagai alat pembelajaran bagi siswa untuk mengeksplorasi lebih mendalam tentang materi tumbuhan lumut, AR sangat sesuai untuk digunakan. Para siswa juga mendapat detail yang tinggi tentang tumbuhan lumut melalui visualisasi dari teknologi *augmented reality*, sehingga mereka dapat melihat bagian-bagian penting dari lumut secara mendalam. Serta dapat membantu para guru memperkaya presentasi mereka dengan bentuk visual yang menarik dari materi yang dipelajari.

Game edukasi merupakan bentuk permainan pembelajaran yang dimainkan oleh satu orang atau lebih untuk mendapat dorongan dalam belajar. *Game* edukasi didesain untuk menginspirasi proses berpikir, melibatkan peningkatan konsentrasi, dan merespon tantangan dalam menyelesaikan masalah [7]. Dengan begitu, *game* edukasi dapat membantu dan meningkatkan motivasi belajar siswa dalam memahami informasi yang disampaikan oleh pengajar serta dengan adanya metode belajar menggunakan *game* edukasi ini diharapkan dapat membantu para guru dalam memfasilitasi pembelajaran yang interaktif dan efektif. Pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dengan penggunaan *game* edukasi yang menghibur [8]. *Game* umumnya berfungsi sebagai hiburan, pemanfaatan *game* sebagai alat pembelajaran edukatif masih belum mencapai potensi maksimalnya [9]. *Game* edukasi tidak hanya memberikan manfaat pada siswa, tetapi juga dapat menjadi alat yang mendukung pengajar dalam mencapai tujuan pembelajaran mereka. Dengan menyematkan konsep pembelajaran ke dalam *game*, guru dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Oleh karena itu, integrasi *game* edukasi bukan hanya tentang meningkatkan motivasi belajar siswa, tetapi juga merubah cara pengajaran yang konvensional menjadi lebih dinamis dan interaktif, menciptakan lingkungan belajar yang inovatif dan menyenangkan.

Dalam hal ini, penggunaan teknologi *augmented reality* diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif. Dengan menggabungkan AR dengan pembuatan *game* edukasi tumbuhan lumut, siswa dapat terlibat dalam pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Model *augmented reality* (AR) yang dibuat akan dinilai nilai kegunaannya [10]. Melalui penggunaan AR, siswa dapat secara langsung melihat dan berinteraksi dengan model tiga dimensi dari tumbuhan lumut dalam lingkungan nyata mereka. Mereka dapat mempelajari struktur, siklus hidup, dan karakteristik unik tumbuhan lumut secara lebih mendalam. Pada penelitian yang sebelumnya, telah dibahas pemanfaatan *augmented reality* sebagai media pengenalan buah-buahan [11] yang menjelaskan bahwa metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Hasil dari penelitian ini sudah berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang cukup memuaskan bagi penggunaannya, dengan memanfaatkan blender dan adobe illustrator dalam pembuatan rancangan objek 3D dan marker. Tetapi untuk bagian *Augmented Reality* nya tidak terdapat informasi bagaimana cara pengguna untuk memperoleh marker yang digunakan. Penelitian lainnya yang membahas penggunaan aplikasi *augmented reality* bagi siswa sekolah dasar dalam belajar mata pelajaran ilmu pengetahuan alam atau IPA [12] menunjukkan hasil yang positif dari siswa dan guru, sehingga para siswa dapat belajar dengan mandiri, dimana aplikasi yang dibuat sudah berjalan sebagaimana mestinya dengan metode penelitian pengembangan *Research and Development* atau disingkat R&D untuk membantu dalam menghasilkan produk dalam penelitian yang dilakukan. Para siswa dan guru tidak kesulitan dalam penginstalan dan penggunaan aplikasi yang sudah dilengkapi dengan buku panduan penggunaan. Tetapi tidak dijelaskan dari mana buku panduan tersebut didapatkan dan di dalam aplikasi tidak terdapat fitur untuk mendapatkan *marker* sehingga akan sulit bagi pengguna yang tidak memiliki buku panduan. Selain itu, pada penelitian yang berjudul Pengembangan *Game* Edukasi Matematika Berbasis Android Menggunakan *Software Construct 2* terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis [13] dalam pembuatan aplikasi permainannya menggunakan *game engine Construct 2* dengan metode *Research and Development* (R&D). Jenis permainan edukasi berupa soal-soal yang ditampilkan kepada pengguna untuk dijawab. Aplikasi dapat digunakan pada perangkat *android*. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, maka pada penelitian ini akan memberikan beberapa pembeda atau keterbaruan dari penelitian terdahulu yang diantaranya dengan membuat sebuah aplikasi yang memiliki dua fitur utama, yaitu *augmented reality* dan *game* edukasi berjenis *adventure* untuk meningkatkan minat dan ketertarikan para siswa untuk belajar khususnya dalam pelajaran tumbuhan lumut. Aplikasi akan dibuat dengan semenarik mungkin dengan penggunaan fungsi-fungsi aplikasi yang dapat membantu siswa

dalam belajar. Aplikasi akan dibuat dengan fitur panduan penggunaan *augmented reality* (AR) di dalam aplikasi serta tombol untuk mengunduh *marker* agar pengguna dapat menggunakan fitur AR dengan lebih efisien. Aplikasi juga dikembangkan dengan menggunakan metode *game development life cycle* (GDLC) yang cocok dipakai dalam pembuatan aplikasi pembelajaran yang dibuat. Rancangan desain aplikasi seperti objek 3D, dan *marker augmented reality* akan menggunakan perangkat lunak *Blender* karena umum digunakan untuk merancang desain 3D dengan kelengkapan fitur-fitur yang cocok untuk membuat objek 3D dan *Adobe Illustrator* untuk membuat *marker* AR dan elemen-elemen 2 dimensi yang ada pada *game adventure*. *Unity 3D* memiliki peran penting sebagai perangkat lunak untuk membangun aplikasi karena dikenal lebih fleksibel untuk membuat sebuah aplikasi AR dan *game*. Aplikasi juga dilengkapi dengan fitur materi dan evaluasi untuk dapat mengukur kemampuan para siswa sebelum atau sesudah menggunakan aplikasi pembelajaran ini.

Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Parittiga sebagai lembaga pendidikan yang peduli terhadap peningkatan mutu pendidikan, memiliki kepentingan untuk memperkenalkan metode pembelajaran yang inovatif serta menarik kepada siswa. Berdasarkan hasil wawancara dengan seorang pendidik yang mengampu mata pelajaran IPA di sekolah tersebut, diketahui bahwa para siswa cenderung kurang aktif dalam proses pembelajaran yang disampaikan secara teori. Akibatnya, pemahaman siswa terhadap materi yang dijelaskan menjadi kurang maksimal. Dengan mengimplementasikan *Augmented Reality* dalam *game* edukasi tumbuhan lumut, SMP Negeri 2 Parittiga dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih dinamis dan melibatkan siswa, memotivasi siswa, serta meningkatkan pemahaman mereka terhadap tumbuhan lumut. Media pembelajaran dibuat untuk membantu guru dalam mengajar, bukan untuk menjadi pengganti guru dalam menyampaikan pembelajaran [14]. Dengan demikian, integrasi teknologi seperti *Augmented Reality* dalam strategi pembelajaran tidak hanya menciptakan interaksi yang lebih menyenangkan, tetapi juga memperkaya hubungan antara siswa dan materi pembelajaran, merangsang minat mereka, dan meningkatkan retensi informasi.

Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* dan *game* edukasi tumbuhan lumut yang disesuaikan dengan pembelajaran SMP dan kebutuhan siswa SMP Negeri 2 Parittiga. Dengan begitu, penelitian ini menyediakan aplikasi edukatif yang melibatkan penggunaan permainan edukatif berbasis Android untuk menarik perhatian siswa dalam proses pembelajaran [15]. Aplikasi ini akan menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan, meningkatkan motivasi belajar siswa tentang tumbuhan lumut, dan memberikan kontribusi positif terhadap kualitas pendidikan di sekolah ini. Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi yang kuat dan dapat memberikan manfaat nyata bagi siswa SMP Negeri 2 Parittiga, serta menjadi kontribusi terhadap pengembangan pendekatan pembelajaran yang inovatif menggunakan teknologi *Augmented Reality* di bidang pendidikan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua tahapan metode utama, dimulai dari pengumpulan data hingga pengembangan aplikasi. Kedua metode ini terhubung secara erat, karena data yang terkumpul pada tahap pengumpulan menjadi dasar untuk melanjutkan metode pengembangan perangkat lunak. Sejalan dengan progres pengumpulan data, metode pengembangan aplikasi dijalankan untuk mengoptimalkan pemanfaatan informasi yang diperoleh dan merinci langkah-langkah konkrit dalam proses pengembangan perangkat lunak.

1. Pengumpulan Data

Proses evaluasi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana efektivitas teknologi *Augmented Reality* dalam konteks pendidikan dan pengembangan *game* edukatif. Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data yang diterapkan melibatkan kombinasi tiga pendekatan, yakni observasi, wawancara, dan analisis konten. Pendekatan-pendekatan ini dipilih dengan cermat untuk memastikan pemahaman menyeluruh terkait dampak dan kualitas penggunaan *Augmented Reality* dalam konteks pembelajaran.

a. Observasi

Metode pengumpulan data melibatkan observasi terhadap perilaku siswa saat belajar dan bermain, serta situasi pembelajaran di kelas. Dalam tahap observasi ini, dilakukan pencatatan yang sistematis terkait interaksi siswa dengan materi pembelajaran, respons terhadap permainan edukasi, dan tingkat keterlibatan mereka dalam aktivitas kelas. Pencatatan mencakup respons siswa terhadap materi yang disampaikan, penilaian pemahaman konsep-konsep pembelajaran, serta identifikasi pola perilaku yang dapat memengaruhi efektivitas proses pembelajaran. Pendekatan ini dirancang untuk mengumpulkan data kualitatif mendalam, menciptakan landasan pemahaman yang komprehensif terkait dinamika pembelajaran di lingkungan kelas. Data yang dihasilkan dapat memberikan wawasan yang berharga untuk dianalisis dan disajikan dalam konteks penelitian ilmiah.

b. Wawancara

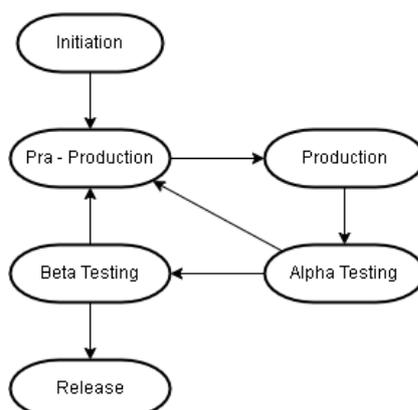
Wawancara bersama seorang guru yang mengajar mata pelajaran IPA di SMP Negeri 2 Parittiga digunakan untuk mendapatkan perspektif yang diperlukan dalam pengembangan *game* edukasi. Dalam tahap wawancara, pertanyaan yang terfokus disusun untuk memahami tantangan siswa dalam pembelajaran dan mendapatkan informasi mengenai gaya belajar dan preferensi siswa. Diskusi melibatkan pertimbangan potensi manfaat dari implementasi *game* edukasi berbasis *Augmented Reality*. Hasil wawancara memberikan data kualitatif yang diperlukan untuk merancang *game* edukasi yang responsif terhadap kebutuhan siswa di konteks pendidikan SMP Negeri 2 Parittiga, serta memberikan perspektif praktis dan pemahaman dari sudut pandang guru sebagai pemangku kepentingan utama.

c. Analisis Konten

Analisis konten jurnal-jurnal terdahulu tentang penggunaan *Augmented Reality* dan *game* edukasi dilakukan dengan mengidentifikasi tren, temuan utama, dan pendekatan terbaik yang telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Melalui analisis ini, dilakukan identifikasi fitur-fitur unggulan serta potensi kelemahan yang dapat dioptimalkan dalam pengembangan aplikasi yang sedang dilakukan. Langkah-langkah ini dirancang dengan tujuan merinci kebutuhan pendidikan secara spesifik dan menyelaraskan konten *game* dengan materi pembelajaran yang berlaku di SMP Negeri 2 Parittiga.

2. Metode Pengembangan Aplikasi

Game Development Life Cycle (GDLC) adalah metode yang diterapkan dalam pengembangan aplikasi, karena metode ini memudahkan pengembang dalam menentukan langkah-langkah yang tepat untuk melakukan perancangan dan implementasi agar proses aplikasi dapat berjalan dengan baik. Dalam pengembangan pembuatan *game*, GDLC sangat sesuai untuk digunakan [16]. Tahapan-tahapan dalam GDLC yang memandu pengembang dalam setiap langkah perjalanan pengembangan aplikasi *game* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus *Game Development Life Cycle* (GDLC)

a. *Initiation*

Tahap inisiasi dalam metode GDLC merupakan langkah awal yang krusial dalam pengembangan aplikasi. Pada fase ini, perhatian utama tertuju pada perancangan konsep awal dari aplikasi [17]. Pada tahap ini, tim pengembang fokus pada penggambaran konsep utama aplikasi, identifikasi target pengguna, penentuan tipe *game*, serta pembentukan alur cerita dan tujuan aplikasi. Selain itu, fitur-fitur yang akan diimplementasikan dan kebutuhan perangkat keras dan lunak juga diperinci. Dengan memasukkan berbagai perspektif dalam tahap inisiasi, pengembang dapat menciptakan landasan yang kokoh untuk pengembangan selanjutnya, memastikan bahwa visi aplikasi tidak hanya sesuai dengan kebutuhan teknis, tetapi juga dapat memenuhi ekspektasi dan keinginan pengguna potensial.

b. *Pra - Production*

Tahap Pra-Produksi memegang peran penting dalam mempersiapkan segala yang dibutuhkan untuk pengembangan aplikasi. Fase ini merupakan salah satu tahap kunci dan sangat penting dalam rangkaian produksi [18]. Pengembang merancang prototipe tampilan antarmuka aplikasi, memberikan gambaran visual awal terkait desain dan navigasi. Pada tahap ini, pengembang juga mempertimbangkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang esensial untuk kesuksesan aplikasi. Selanjutnya, dilakukan produksi aset-aset kreatif, seperti suara efek, musik latar, serta desain objek. Tahap Pra-Produksi akan membantu memastikan bahwa visi dan tujuan pengembangan aplikasi dapat tercermin secara optimal dalam setiap aspeknya.

c. *Production*

Setelah mengumpulkan sumber daya pada tahap sebelumnya, pada tahap ini, pengembang akan memulai proses pembuatan aplikasi. Ini melibatkan penggabungan aset-aset yang telah terkumpul dan membentuknya ke dalam tampilan permainan yang diinginkan. Pada bagian ini, Unity digunakan untuk menggabungkan objek 3D dengan objek lainnya [19]. Selain itu, pengembang juga akan melakukan pengkodean aplikasi menggunakan Unity 3D dengan bahasa pemrograman C#, memastikan bahwa algoritma permainan berjalan dengan baik. Setelah tahap penggabungan aset dan pembentukan tampilan permainan, pengembang akan fokus pada pengujian aplikasi untuk memastikan kualitas dan konsistensi. Proses pengujian mencakup identifikasi dan perbaikan bug, evaluasi respons pengguna, dan penyesuaian fitur untuk meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Dengan demikian, tahap pembuatan aplikasi tidak hanya mencakup penggabungan aset, tetapi juga uji coba menyeluruh untuk menjamin aplikasi yang siap digunakan.

d. *Alpha Testing*

Pada tahap selanjutnya, setelah pengembang selesai membuat aplikasi, akan dilakukan pengujian oleh penguji aplikasi menggunakan metode *blackbox* untuk dapat melihat hasil keseluruhan dari aplikasi [20]. Penguji aplikasi akan mencari *bug*, kesalahan atau masalah pada aplikasi untuk memastikan kelayakan dan kualitas aplikasi serta fitur-fitur yang ada dapat beroperasi dengan optimal sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengguna saat diuji ditahap selanjutnya. Selain itu, penguji aplikasi juga akan memberikan masukan dan saran yang konstruktif untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut, memastikan bahwa aplikasi memenuhi standar kualitas yang diinginkan sebelum masuk ke tahap selanjutnya. Hasil persentase kesesuaian materi dan UAT dapat menggunakan rumus 1 dan 2 sebagai berikut [21].

$$\text{Total skor maksimal} = \text{bobot tertinggi} * \text{jumlah pernyataan} * \text{jumlah responden} \quad (1)$$

$$\text{Hasil Pengujian} = \left(\frac{\text{total skor yang diperoleh}}{\text{total skor maksimal}} \right) * 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

(1) Rumus untuk mencari total skor tertinggi

(2) Rumus untuk menghitung hasil akhir pengujian

e. *Beta Testing*

Pada tahap ini barulah dilakukan pengujian kepada sekelompok siswa di SMP Negeri 2 Parittiga untuk mendapat respon atau umpan balik dari pengguna, serta pengujian yang dikerjakan oleh tenaga pengajar mata pelajaran IPA untuk mendapat kelayakan atau kesesuaian materi yang digunakan pada aplikasi. Pengumpulan umpan balik dari pengguna dan tenaga pengajar dapat melalui penggunaan kuesioner. Dari kuisisioner tersebut dapat diketahui kelebihan dan kekurangan aplikasi dari sisi pengguna. Jika aplikasi terasa belum sempurna atau sesuai dengan yang diinginkan, maka akan dilakukannya perbaikan lagi dengan kembali ke tahap produksi [22].

f. *Release*

Setelah berhasil menyelesaikan tahap inisiasi hingga uji alpha testing, langkah akhirnya adalah melakukan perilis aplikasi. Pada tahap ini, aplikasi dianggap telah mencapai tingkat kematangan yang memadai untuk dapat diperkenalkan dan digunakan oleh pengguna secara lebih luas. Rilis adalah tahap di mana pembangunan aplikasi dilakukan untuk terakhir kalinya sebelum diumumkan secara resmi [23]. Proses ini melibatkan penyusunan dokumentasi rilis, termasuk informasi tentang pembaruan, perbaikan bug, dan fitur-fitur baru yang telah diimplementasikan. Dokumentasi rilis ini berperan sebagai panduan bagi pengguna terkait perubahan-perubahan yang ada dalam versi terbaru. Selain itu, penting juga untuk memberikan informasi kontak atau kanal komunikasi yang dapat diakses pengguna jika mereka mengalami masalah atau memiliki pertanyaan terkait aplikasi. Dengan demikian, proses rilis tidak hanya merupakan akhir dari tahapan pengembangan, tetapi juga awal dari interaksi aktif dengan pengguna untuk memastikan pengalaman pengguna yang memuaskan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Initiation*

Sasaran pengguna aplikasi ini adalah siswa SMP Negeri 2 Parittiga, yang dapat membaca materi, bermain permainan, dan menerapkan teknologi AR. Aplikasi ini memiliki tujuan untuk mengembangkan pengalaman pembelajaran menarik mengenai tumbuhan lumut dengan fitur utama seperti materi, permainan *adventure*, AR, dan kuis evaluasi. Setelah mengumpulkan data melalui wawancara, observasi, serta analisis konten, diketahui bahwa siswa membutuhkan dorongan motivasi tambahan agar dapat lebih tertarik dalam belajar, terutama di pelajaran IPA. Solusinya adalah menerapkan teknologi AR dan *game* edukasi dengan antarmuka menarik.

Analisis konten juga menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif meningkatkan motivasi belajar siswa dan memberikan pengalaman interaktif yang mendukung pembelajaran.

Kebutuhan pengguna aplikasi mencakup antarmuka yang sederhana dipahami, konten permainan yang sesuai dengan pembelajaran, aksesibilitas di berbagai perangkat *android*, dan fitur yang meningkatkan motivasi belajar siswa. Dengan demikian, aplikasi ini bertujuan untuk memberikan pembelajaran yang menarik dan relevan, meningkatkan kualitas pendidikan di SMP Negeri 2 Parittiga. Konsep aplikasi yang dibuat telah dirincikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Konsep Aplikasi

Keterangan	Deskripsi
Tujuan Utama	Mengembangkan aplikasi pembelajaran yang layak dan sesuai dengan materi pembelajaran siswa
Target Utama	Siswa Kelas 9 Semester 2 SMP Negeri 2 Parittiga
Genre	Edukasi
Fitur Utama	Materi, permainan <i>adventure</i> , <i>augmented reality</i> , dan kuis
Grafik	2 dimensi dan 3 dimensi
Audio	Musik latar, suara efek, dan suara penjelasan

3.2 Pra – Production

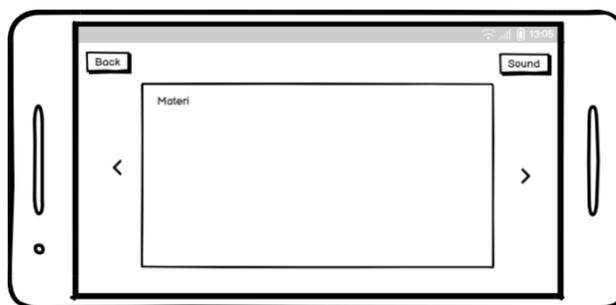
Tahap pra-produksi mencakup pemahaman mendalam terhadap kebutuhan fungsional dan non-fungsional untuk pengembangan aplikasi.

1. Kebutuhan fungsional aplikasi melibatkan kemampuan menampilkan menu bermain, *Augmented Reality* (AR), materi, dan evaluasi. Pada menu bermain, aplikasi harus dapat memajukan permainan dengan fitur-fitur seperti kuis, tantangan, pergerakan karakter, sound effect, dan pergantian level. Aplikasi juga harus mampu mengenali marker untuk menampilkan objek 3D dalam pengalaman *Augmented Reality*, serta dapat melakukan pergantian slide materi untuk mempermudah navigasi pengguna.
2. Kebutuhan non-fungsional melibatkan persyaratan perangkat keras dan lunak seperti laptop atau komputer dengan spesifikasi minimum Prosesor Intel Core i5, 8 GB RAM, SSD/HHD 256 GB, dan sistem operasi windows 10, perangkat lunak seperti Unity, Adobe Illustrator, dan Blender 3D, koneksi internet untuk pengunduhan perangkat lunak dan referensi, serta *smartphone* untuk memastikan kinerja aplikasi, mengingat bahwa aplikasi yang dikembangkan adalah aplikasi berbasis mobile.

Tahap desain tampilan aplikasi melibatkan pembuatan prototipe antarmuka yang memvisualisasikan konsep desain secara keseluruhan. Perancang antarmuka fokus pada penentuan tata letak, pemilihan warna, dan ikon yang sesuai dengan tema aplikasi. Prototipe ini mencakup gambaran visual tentang bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan aplikasi, dengan perhatian khusus pada kesesuaian dengan kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Warna dipilih untuk menciptakan atmosfer yang menarik, tata letak dibuat intuitif, dan icon-icon dipilih untuk memberikan representasi visual yang jelas terhadap fungsi masing-masing bagian dalam aplikasi. Prototipe ini menjadi landasan untuk mendapatkan persetujuan sebelum melanjutkan ke tahap produksi, menjadikan tahap desain tampilan aplikasi titik awal yang krusial untuk mencapai visi pengembangan aplikasi secara optimal. Berikut adalah rancangan tampilan inti aplikasi.

1. Tampilan Materi

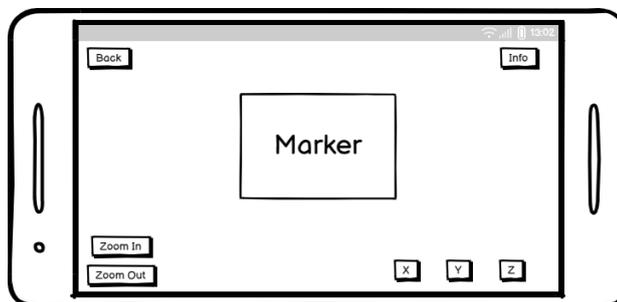
Tampilan materi dirancang agar penyampaian materi dapat tersampaikan dengan baik dengan fungsi-fungsi aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Tampilan Permainan

2. Tampilan *Augmented Reality*

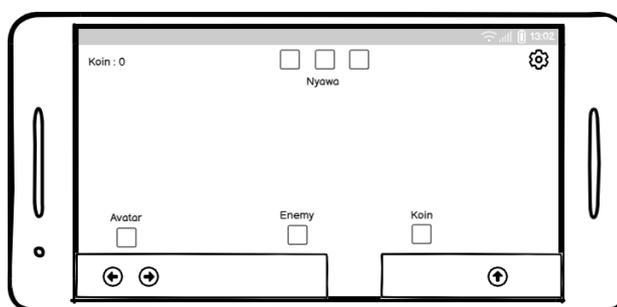
Gambaran rinci tentang desain tampilan Augmented Reality (AR) dapat diakses dalam tampilan yang terdokumentasi pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Tampilan AR

3. Tampilan Permainan

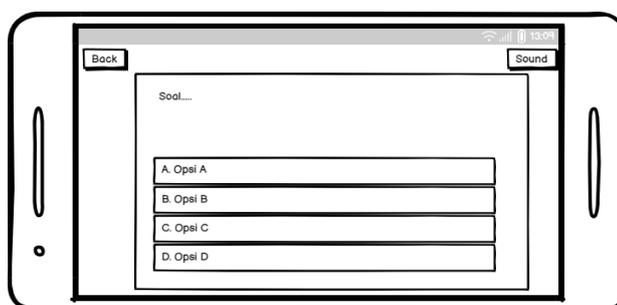
Detail dari desain tampilan permainan dapat ditemukan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Tampilan Permainan

4. Tampilan Kuis

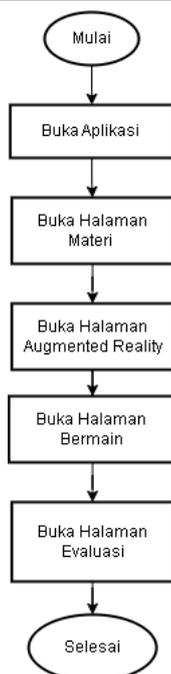
Kuis berupa soal pilihan ganda dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Tampilan Permainan

Berikut adalah desain flowchart yang menampilkan tata cara penggunaan aplikasi. Dalam Gambar 6, dijelaskan langkah-langkah secara visual untuk memudahkan pemahaman dan navigasi pengguna saat menggunakan aplikasi.

Pengguna aplikasi akan mengakses beberapa menu pada tahap awal, termasuk halaman materi, AR, bermain, dan evaluasi. Disarankan untuk memulai dengan membuka halaman materi yang memberikan penjelasan tentang tumbuhan lumut. Menu AR memungkinkan pengguna mengeksplorasi tumbuhan lumut dalam bentuk 3D melalui kamera *smartphone*. Menu bermain menyajikan permainan edukatif berupa *game adventure* untuk pengalaman belajar yang menyenangkan. Setelah menggunakan ketiga menu tersebut, pengguna dapat mengukur pengetahuan melalui halaman evaluasi, yang berisi kumpulan soal acak seputar materi dari ketiga menu sebelumnya.



Gambar 6. Flowchart Penggunaan Aplikasi

3.3 Production

Dalam tahap produksi, aplikasi akan diwujudkan melalui penggunaan alat pengembangan modern seperti Unity 3D sebagai editor *game*, Blender untuk merancang elemen 3D, terutama desain 3D dari tumbuhan lumut, dan Adobe Illustrator untuk membuat karakter dan objek 2 dimensi dalam permainan. Dengan fokus pada teknologi ini, aplikasi ini menjadi alat edukatif yang memberikan pengalaman belajar yang mengesankan bagi siswa SMP Negeri 2 Parittiga. Berikut adalah tampilan dari aplikasi yang sedang dikembangkan.

1. Tampilan Awal

Tampilan pada aplikasi ini dirancang dengan teliti, menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik sejak momen pertama. Aplikasi akan menampilkan tombol-tombol seperti Bermain, AR (*Augmented Reality*), Belajar yang akan mengarahkan pengguna ke tampilan yang diinginkan. Terdapat juga tombol Pengaturan dan Keluar, yang tersusun rapi untuk memberikan kemudahan navigasi. Jika tombol pengaturan ditekan maka akan muncul dua tombol, yaitu tombol suara dan tombol info yang akan mengatur musik latar dan menampilkan informasi tentang penggunaan aplikasi. Tampilan awal aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7.

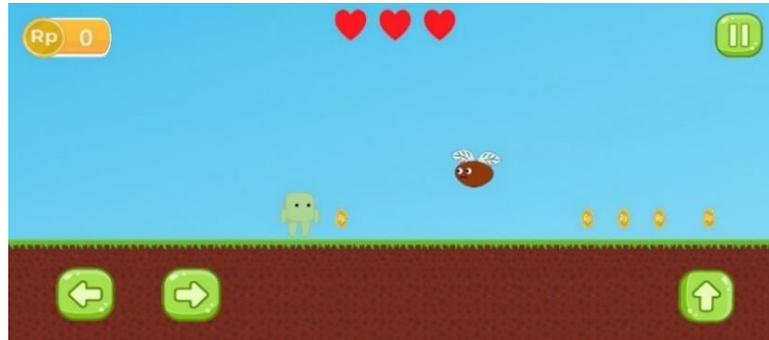


Gambar 7. Tampilan Halaman Awal

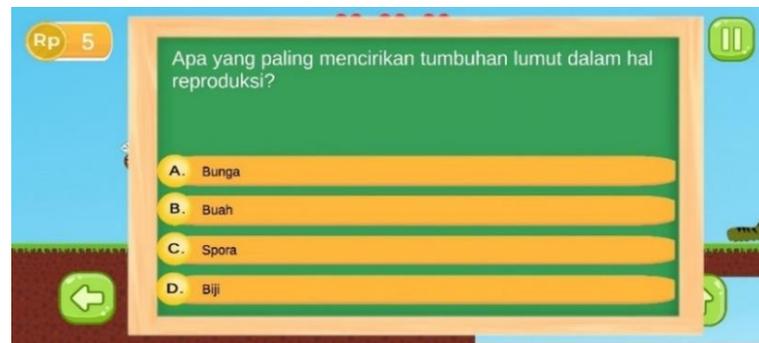
2. Tampilan Permainan

Permainan petualangan ini memungkinkan pengguna mengendalikan karakter dengan kemampuan maju, mundur, dan melompat yang dapat dilihat pada Gambar 8. Tujuannya adalah melewati rintangan hingga mencapai garis akhir. Pengguna dapat mengumpulkan koin dan menjawab pertanyaan saat bersentuhan dengan objek lumut seperti Gambar 9. Jika jawaban benar maka akan menambahkan skor permainan dan jika menjawab salah maka akan mengurangi nyawa karakter. Saat karakter bersentuhan dengan musuh yang

ada maka akan mengurangi 1 dari total nyawa karakter sehingga karakter harus dipastikan untuk menghindari musuh yang ada. Terdapat tombol pengaturan di pojok kanan atas untuk menghentikan permainan.



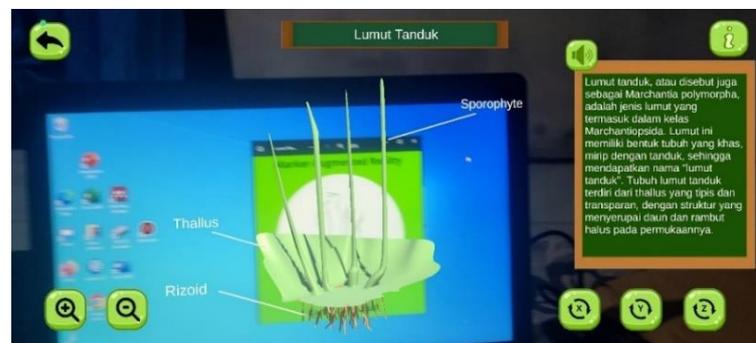
Gambar 8. Tampilan Permainan



Gambar 9. Panel Pertanyaan

3. Tampilan *Augmented Reality*

Pada tampilan ini, aplikasi menggunakan kamera belakang perangkat *smartphone* untuk mendeteksi *marker* AR dan menampilkan objek 3D tumbuhan lumut serta dengan deskripsi teks yang dilengkapi tombol suara untuk dapat memutar suara penjelasan sesuai dengan objek yang terdeteksi. Tombol-tombol yang memungkinkan pengguna melihat objek dari berbagai sudut dengan tombol rotasi objek berdasarkan sumbu x, y, dan z, serta untuk memperbesar dan mengecilkan objek. Dalam menu *Augmented Reality* (AR) pada aplikasi ini terdapat tiga bentuk *marker* dan tiga objek 3D yang berbeda, mewakili masing-masing jenis lumut yang ada, yaitu lumut daun, lumut tanduk, dan lumut hati. Pengguna juga dapat mengunduh *marker* yang melalui tombol info di pojok kanan atas yang akan diarahkan ke *google drive* penyimpanan *marker* AR. Tampilan menu *augmented reality* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan *Augmented Reality*

4. Tampilan Materi

Pengalaman belajar mendalam tentang tumbuhan lumut diperkaya melalui tampilan materi yang disusun dengan detail. Fitur ini mencakup teks materi yang memberikan penjelasan menyeluruh tentang tumbuhan lumut, memungkinkan pengguna untuk menjelajahi rincian kehidupan dan keunikan tumbuhan lumut

melalui tombol navigasi intuitif. Untuk memberikan opsi pembelajaran yang beragam, tombol suara juga disediakan, memungkinkan pengguna mendengarkan materi pembelajaran. Selain itu, keberlanjutan penggunaan aplikasi dipermudah dengan adanya tombol kembali ke halaman utama yang memudahkan pengguna kembali ke menu utama. Visualisasi dari tampilan materi ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Materi

5. Tampilan Evaluasi

Pada tahap Evaluasi, pengguna akan dihadapkan pada pertanyaan-pertanyaan materi tumbuhan lumut yang disajikan secara acak. Jumlah soal dan total soal terlihat di bagian kanan layar, memandu pengguna melalui proses evaluasi dengan tampilan yang terdokumentasi pada Gambar 12. Setelah menjawab semua soal, hasil pengerjaan ditampilkan, memberikan pengguna umpan balik sekaligus mengukur pemahaman para pengguna terhadap materi tersebut.



Gambar 12. Tampilan Evaluasi

Tampilan aplikasi yang menarik dengan ditambahkan fitur utama yaitu *Augmented Reality (AR)* dan *game* edukasi berjenis pertualangan atau *adventure* menjadi daya tarik para siswa dalam belajar yang dimana para siswa merasa lebih menikmati pembelajaran karena *game* edukasi disisipkan manfaat berupa materi pembelajaran dan soal pilihan ganda tentang tumbuhan lumut. Selain itu juga, AR memberikan tampilan visual dari tumbuhan lumut berbentuk 3D sehingga para siswa dapat lebih mengeksplor struktur tumbuhan lumut dengan tampilan yang lebih menarik. Dari kedua fitur utama ini, metode pembelajaran yang sebelumnya masih menggunakan buku atau presentasi yang membuat sebagian para siswa menjadi bosan dalam mendengarkan penjelasan dari guru dapat dibantu dengan penggunaan aplikasi pembelajaran tumbuhan lumut ini, sehingga dapat menarik minat siswa dalam belajar dengan tampilan pembelajaran berbentuk digital dan dapat bermain sambil belajar.

3.4 Alpha Testing

Dalam mengevaluasi fungsionalitas aplikasi, pengujian dilakukan untuk memastikan operasional yang benar dari berbagai fitur. Analisis hasil pengujian ini memberikan wawasan mengenai efektivitas aplikasi dalam konteks pembelajaran interaktif, memastikan bahwa setiap fungsi berjalan sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian ini, yang diperoleh melalui metode *blackbox*, terdokumentasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Blackbox

Alur Pengujian	Percobaan	Realisasi yang Diharapkan	Kesimpulan
Menu Awal	Membuka Aplikasi	Menampilkan tampilan awal, <i>background</i> bergerak, dan memainkan musik latar	Valid
	Klik tombol Bermain	Masuk ke permainan	Valid
	Klik tombol AR	Masuk ke tampilan AR	Valid
	Klik tombol Materi	Menampilkan Materi	Valid
	Klik tombol Evaluasi	Menampilkan soal-soal evaluasi	Valid
	Klik tombol Info	Menampilkan informasi penggunaan aplikasi	Valid
Menu Bermain	Klik tombol suara	Menonaktifkan dan mengaktifkan suara	Valid
	Klik tombol menggerakkan karakter	Karakter dapat bergerak	Valid
	Karakter bersentuhan dengan objek pertanyaan	Menampilkan pertanyaan	Valid
	Karakter bersentuhan dengan musuh	Mengurangi nyawa	Valid
Menu AR	Karakter bersentuhan dengan koin	Menambahkan skor	Valid
	Kamera mendeteksi marker	Menampilkan objek 3D sesuai marker	Valid
	Klik tombol rotasi	Objek berotasi	Valid
Menu Materi	Klik tombol scale	Merubah ukuran objek	Valid
	Klik tombol suara	Memainkan suara penjelasan materi	Valid
Menu Evaluasi	Klik salah satu jawaban	Berpindah soal	Valid

3.5 Beta Testing

Pada tahap beta testing, akan dilakukan evaluasi terhadap tingkat kepuasan pengguna, yang dalam konteks ini adalah siswa SMP Negeri 2 Parittiga, setelah menggunakan aplikasi dengan menggunakan *User Acceptance Testing* (UAT). Selain itu, akan dilakukan pengujian kesesuaian materi yang digunakan dalam aplikasi, yang akan dievaluasi oleh guru dari SMP Negeri 2 Parittiga. Evaluasi ini akan melibatkan penggunaan kuisioner dengan pernyataan tentang kepuasan pengguna bagi siswa dan tentang kesesuaian materi bagi pengajar. Hasil dari pengujian UAT dapat dilihat pada Tabel 3 dan untuk kesesuaian materi pada Tabel 4.

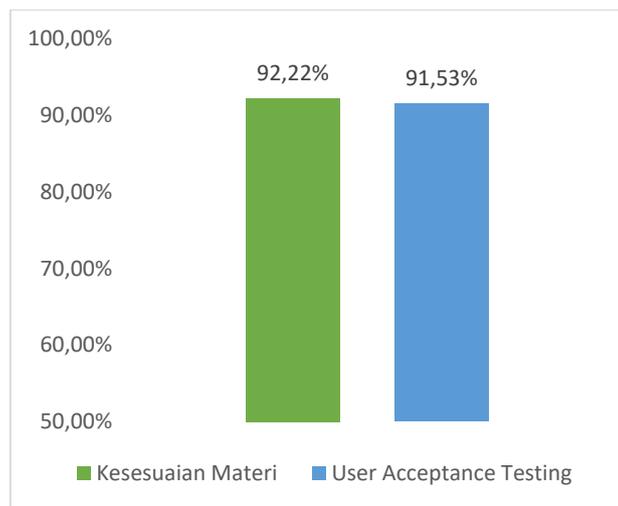
Tabel 3. Hasil Pengujian UAT

No.	Nama	Pertanyaan										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Siswa 1	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	48
2.	Siswa 2	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	48
3.	Siswa 3	3	4	5	5	5	4	4	3	5	4	42
4.	Siswa 4	4	4	4	5	5	3	5	4	5	5	44
5.	Siswa 5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	45
6.	Siswa 6	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	46
7.	Siswa 7	4	5	4	5	4	3	5	3	5	5	43
8.	Siswa 8	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	47
9.	Siswa 9	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	48
10.	Siswa 10	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	49
11.	Siswa 11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
12.	Siswa 12	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4	41
13.	Siswa 13	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	49
14.	Siswa 14	4	4	4	4	4	3	4	5	5	3	40
15.	Siswa 15	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	48
16.	Siswa 16	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	48
17.	Siswa 17	4	4	5	5	5	3	4	4	4	4	42
Total Skor											778	

Tabel 4. Hasil Pengujian Validasi Materi

No.	Nama	Pernyataan									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Guru 1	5	4	4	5	5	5	5	4	5	42
2.	Guru 2	5	4	4	5	5	5	5	4	4	41
Total Skor										83	

Dalam pengujian kesesuaian materi, dua guru pengajar dari SMP Negeri 2 Parittiga terlibat untuk memastikan bahwa materi yang digunakan memenuhi standar pembelajaran siswa. Hasil dari pengujian tersebut setelah dihitung menggunakan rumus yang dijelaskan sebelumnya menunjukkan tingkat kesesuaian materi sebesar 92,22%, mengindikasikan bahwa materi telah mendapat validasi positif dari para ahli pengajar. Sementara itu, dalam pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) melibatkan partisipasi dari 17 siswa SMP Negeri 2 Parittiga untuk mengevaluasi kepuasan pengguna terhadap aplikasi. Hasil dari pengujian ini mencapai tingkat kepuasan sebesar 91,53%, menggambarkan bahwa pengguna, dalam hal ini siswa, merespon positif terhadap pengalaman menggunakan aplikasi edukatif tersebut. Hasil dari pengujian UAT dan kesesuaian materi dapat dilihat dalam Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Pengujian

3.6 Release

Setelah melewati tahap perancangan, pengembangan, dan uji coba, aplikasi ini memperoleh hasil yang memenuhi standar kualitas dengan evaluasi positif dari berbagai pihak, termasuk pengujian *blackbox*, validasi kesesuaian materi, dan siswa SMP Negeri 2 Parittiga. Keberhasilan ini menunjukkan kesiapan aplikasi untuk dipublikasikan, menandakan bahwa kontennya telah disesuaikan dengan kebutuhan dan harapan pengguna potensial. Dengan demikian, proses pengembangan telah melewati uji coba cermat, dan aplikasi ini siap dinikmati oleh pengguna yang lebih luas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi menyeluruh, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini mencapai kinerja yang optimal. Penerapan *augmented reality* dan *game* edukasi tumbuhan lumut mampu meningkatkan ketertarikan siswa dalam belajar melalui pengalaman belajar yang interaktif. Integrasi teknologi *augmented reality* memberikan dimensi baru pada pemahaman materi dengan elemen visual yang menarik dengan tampilan 3 dimensi (3D) pada tumbuhan lumut sehingga para siswa menjadi tertarik untuk mengetahui struktur dari tumbuhan lumut dengan lebih rinci, sedangkan *game* edukasi memberikan aspek tantangan dan *reward* yang dapat meningkatkan motivasi siswa untuk aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran, jenis *game* yaitu *adventure* memberikan ketertarikan pada siswa saat menggunakan aplikasi karena merasakan sensasi bermain sambil belajar. Validitas fungsi-fungsi aplikasi secara keseluruhan terkonfirmasi berjalan dengan baik, tanpa masalah yang ditemukan. Tingkat kesesuaian materi yang dinilai oleh ahli materi mendapat persentase sebesar 92,22% yang menandakan materi pada aplikasi sudah sesuai dengan pembelajaran. Hasil *user acceptance testing* yang mencapai 91,53% menunjukkan bahwa aplikasi ini sangat layak digunakan oleh pengguna, menandakan penerimaan positif terhadap pengalaman belajar yang disajikan. Disarankan untuk pengembangan aplikasi untuk memperluas cakupan cakupan materi edukatif tentang tumbuhan seperti tumbuhan paku, jamur dan lain-lain dalam aplikasi.

Daftar Pustaka

- [1] E. I. S. Meliala, "Penerapan Media Game Edukasi Berbasis Android Tebak Gambar untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa pada Muatan Pelajaran PPKn Materi Pancasila di Kelas 1-B SD St. Yosef Sidikalang TP 2022/2023," *Quaerite Veritatem : Jurnal Pendidikan*, vol. 2, no. 2, pp. 99–107,

2023. [Online]. Available: <https://jurnal.yayasanseriamal.id/index.php/QVJ/article/view/28>
- [2] A. Adit, "5 Manfaat Teknologi di Bidang Pendidikan," *KOMPAS.com*. https://edukasi.kompas.com/read/2023/10/17/144542671/5-manfaat-teknologi-di-bidang-pendidikan#google_vignette
 - [3] S. Ahdan, A. Thyo Priandika, F. Andhika, and F. Shely Amalia, "Perancangan Media Pembelajaran Teknik Dasar Bola Voli Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android," *Education*, vol. 8, no. 3, pp. 1–16, 2020. [Online]. Available: <http://journalbalitbangdalampung.org>
 - [4] H. Baskoro and F. Ariadi, "Perancangan Game Edukasi Kuis Interaktif Smartkids Matematika Dasar Berbasis Android Menggunakan Construct 2," *Logic Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 4, pp. 891–906, 2023. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/2235>
 - [5] "Apa Itu Augmented Reality? Contoh Aplikasi dan Cara Membuatnya," *Telkomsel*. <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=28b5db4a64d01af5JmltdHM9MTcwMzcyMTYwMCZpZ3VpZD0xMzVmYTI0MS1mYzM2LTU1YTUtMjg4MjY1hYzIxZmRmZDY0NDYmaW5zaWQ9NTIwNw&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=135fa241-fc36-65a5-2883-ac21fd6446&psq=apa+itu+augmented+reality+telkomsel&u=a1aHR0cHM6>
 - [6] B. Afifah, T. Widiyaningtyas, and U. Pujiyanto, "Pengembangan Bahan Ajar Perakitan Komputer Bermuatan Augmented Reality untuk Menumbuhkan Keaktifan Belajar Siswa," *Tekno*, vol. 29, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.17977/um034v29i2p97-115.
 - [7] R. Widyastuti and L. S. Puspita, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi pada MatPel IPA Tematik Kebersihan Lingkungan," *Paradigma Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 22, no. 1, pp. 95–100, 2020, doi: 10.31294/p.v22i1.7084.
 - [8] F. Y. A. Irsyadi, R. Annas, and Y. I. Kurniawan, "Game Edukasi Pembelajaran Bahasa Inggris untuk Pengenalan Benda-Benda di Rumah bagi Siswa Kelas 4 Sekolah Dasar," *JATI*, vol. 9, no. 2, pp. 78–92, 2019, doi: 10.34010/jati.v9i2.1844.
 - [9] D. Aryaguna, R. Candra, and N. Santi, "Game Edukasi Pengenalan Fungsi Organ Tubuh Manusia bagi Sekolah Dasar dengan Metode Scoring system," *Jurnal Sains Komputer Informatika (J-SAKTI)*, vol. 6, no. 2, pp. 829–837, 2022, doi: 10.30645/j-sakti.v6i2.494.
 - [10] T. Ismail, L. Iskandar Muda, and A. Dahlan Ringroad Selatan, "Aplikasi Mobile Augmented Reality pada Proses Terjadinya Gerhana Matahari," *Jurnal Sains Komputer Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 575–588, 2021, doi: 10.30645/j-sakti.v5i2.358.
 - [11] A. Pramono and M. D. Setiawan, "Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan," *INTENSIF Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, vol. 3, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.29407/intensif.v3i1.12573.
 - [12] B. Setyawan, Nf. Ruffi, and A. N. Fatirul, "Augmented Reality dalam Pembelajaran IPA bagi Siswa SD," *Kwangsan Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 78–90, 2019, doi: 10.31800/jtp.kw.v7n1.p78-90.
 - [13] E. Enjelita, D. Oktaviana, and Y. Ardiawan, "Pengembangan Game Edukasi Matematika Berbasis Android Menggunakan Software Construct 2 Terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis," *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12, 2023, <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v3i1.257>.
 - [14] J. Juhaeni, E. I. Cahyani, F. A. M. Utami, and S. Safaruddin, "Pengembangan Media Game Edukasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Kelas III Siswa Madrasah Ibtidaiyah," *Journal Instructional and Development Researches*, vol. 3, no. 2, pp. 58–66, 2023, doi: 10.53621/jider.v3i2.225.
 - [15] K. T. Jaya, M. G. An'Ars, A. Surahman, and S. Sintaro, "Game Edukasi Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Huruf dan Angka untuk Anak Usia Dini," *Jurnal Media Borneo*, vol. 1, no. 1, pp. 12–20, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.kertekmedia.com/index.php/mediaborneo/article/view/7%0Ahttps://jurnal.kertekmedia.com/index.php/mediaborneo/article/download/7/2>
 - [16] R. A. Krisdiawan and Rio, "Penerapan Model Pengembangan Game GDLC (Game Development Life Cycle) dalam Membangun Game Platform Berbasis Mobile," *Teknokom*, vol. 2, no. 1, pp. 31–40, 2019, doi: 10.31943/teknokom.v2i1.33.
 - [17] Y. Andriasnyah and N. Nugraha, "Rancang Bangun Game Pembelajaran Operasi Dasar Matematika Menggunakan Algoritma Fisher Yattes," *Bulletion of Information Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 268–274, 2023. [Online]. Available: <https://journal.fkpt.org/index.php/BIT>
 - [18] R. Y. Ariyana, E. Susanti, M. R. Ath-Thaariq, and R. Apriadi, "Penerapan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) pada Pengembangan Game Motif Batik Khas Yogyakarta," *INSOLOGI Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 6, pp. 796–807, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i6.1129.

- [19] Y. Fernando, I. Ahmad, A. Azmi, and I. Borman, "Penerapan Teknologi Augmented Reality Katalog Perumahan sebagai Media Pemasaran pada PT. San Esha Arthamas," *Jurnal Sains Komputer Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 1, pp. 62–71, 2021, doi: 10.30645/j-sakti.v5i1.298.
- [20] N. Hayati, and Lionie, "Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru SMP Islam Izzatul Madani Bogor Berbasis Web," *JATI*, vol. 13, no. 2, pp. 165–180, 2023, doi: 10.34010/jati.v13i2.10199.
- [21] F. Yulianto, Y. T. Utami, and I. Ahmad, "Game Edukasi Pengenalan Buah-buahan Bervitamin C untuk Anak Usia Dini," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, vol. 7, no. 3, p. 242, 2019, doi: 10.23887/janapati.v7i3.15554.
- [22] A. A. Saputra, F. N. Putra, and R. D. R. Yusron, "Pembuatan Game Edukasi Pengenalan Kebudayaan Indonesia Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Android," *Journal Automation Computer Information System*, vol. 2, no. 1, pp. 66–73, 2022, doi: 10.47134/jacis.v2i1.43.
- [23] R. M. M. Prasetyo, H. Syaputra, W. Cholil, and S. Sauda, "Rancang dan Bangun Game Edukasi Anak-Anak Berbasis Android dengan Unity Menggunakan Metode Game Development Life Cycle," *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 103–111, 2021, doi: 10.47747/jurnalnik.v2i2.526.