

WHISPERS OF MANGROVE SEBAGAI SIMULASI PENANAMAN MANGROVE BERBASIS MOBILE PADA EKOWISATA MANGROVE

Sissy Putri Wadani¹, Shofiya Syidada²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, sissyputri@gmail.com

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, shofiya@uwks.ac.id

*)Korespondensi: shofiya@uwks.ac.id

Abstrak

Mangrove merupakan ekosistem penting yang berfungsi untuk melindungi wilayah pesisir dari abrasi, menyerap karbon, serta menjadi habitat bagi berbagai spesies. Namun kesadaran masyarakat dalam menjaga dan melestarikan ekosistem *mangrove* masih rendah. Oleh karena itu dirancanglah *Whispers of Mangrove* sebuah simulasi berbasis *mobile* yang menyajikan alur cerita interaktif tentang pentingnya menjaga lingkungan *mangrove*. Simulasi ini menghadirkan pengalaman belajar melalui serangkaian misi seperti pengenalan jenis pohon *mangrove*, proses penanaman, dan perawatan *mangrove* yang dikemas dengan visual 2D dan elemen-elemen yang menarik. Pengembangan *game* menggunakan metode prototyping agar memungkinkan iterasi cepat berdasarkan umpan balik pengguna. Hasil pengujian menggunakan metode *blackbox* menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai fungsi. Sementara pengujian System Usability Scale (SUS) mendapatkan nilai sebesar 67,25 yang mengindikasikan bahwa aplikasi layak digunakan dan dapat diterima oleh target pengguna, namun masih memiliki ruang untuk ditingkatkan menuju kategori *Good/Excellent* (>70). Dengan pendekatan ini *Whispers of Mangrove* dapat menjadi media pembelajaran yang efektif serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pelestarian *mangrove* melalui pengalaman bermain yang menarik dan bermakna.

Kata Kunci : Ekowisata, Menanam, *Mangrove*, Simulasi, *Mobile*

Abstract

Mangroves are an important ecosystem that protects coastal areas from erosion, absorbs carbon, and provides habitat for various species. However, public awareness of the need to protect and preserve mangrove ecosystems is still low. Therefore, *Whispers of Mangrove* was designed, a mobile-based simulation that presents an interactive storyline about the importance of protecting the mangrove environment. This simulation provides a learning experience through a series of missions, such as introducing mangrove tree species, the planting process, and mangrove care, packaged with 2D visuals and interesting elements. The game was developed using the prototyping method to enable rapid iteration based on user feedback. Testing using the blackbox method showed that all features functioned as intended. Meanwhile, the System Usability Scale (SUS) test scored 67,25, indicating that the simulation is suitable for use and acceptable to the target users, yet still has room for improvement to reach the *Good/Excellent* category (>70).. With this approach, *Whispers of Mangrove* can be an effective learning medium and raise public awareness of mangrove conservation through an engaging and meaningful gaming experience.

Keywords: Ecotourism, Planting, *Mangrove*, Simulation, *Mobile*

I. PENDAHULUAN

Ekosistem *mangrove* berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, seperti melindungi pantai dari abrasi, menyerap karbon, serta menjadi habitat berbagai biota. Selain itu, *mangrove* mendukung perekonomian lokal melalui ekowisata, seperti Ekowisata *Mangrove* Wonorejo di Surabaya [1].

Namun kesadaran masyarakat terhadap *mangrove* masih rendah, padahal tanaman ini berperan penting dalam melindungi pantai, menyerap karbon, dan menjadi habitat fauna. Simulasi interaktif dapat

digunakan sebagai media menarik untuk mengenalkan manfaat *mangrove* serta mendorong kepedulian dan pelestariannya.

Media pembelajaran sebagai salah satu sumber belajar tidak dapat dipisahkan keberadaannya dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dapat dilakukan di dalam maupun di luar kelas. Demikian pula dengan pembelajaran bidang studi geografi, media pembelajaran yang dapat dihadirkan di dalam kelas dapat berupa alat peraga seperti peta, atlas, globe, film, dan lainnya [2].



Penggunaan teknologi permainan dalam bidang pendidikan telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Penelitian menunjukkan bahwa teknologi permainan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa [3]. Salah satu bentuk penerapannya adalah simulasi, yaitu cara untuk menggambarkan karakteristik dari suatu sistem nyata secara virtual. Simulasi memungkinkan pengguna mempelajari situasi atau proses dunia nyata tanpa harus menyentuh langsung sistem aslinya, sehingga mempermudah proses pengambilan keputusan berdasarkan hasil percobaan dalam lingkungan yang aman dan terkendali [4]. Adanya teknologi permainan ini dapat memperkenalkan kepada masyarakat dengan cara yang menarik. Sehingga pengenalan mengenai suatu hal dapat tersebar luas di kalangan masyarakat.

Jika dilihat dari perkembangan teknologi saat ini sangatlah berguna pada pengenalan hewan. Pemahaman itu bisa lebih mudah dipahami dan dimengerti dengan menggunakan media pembelajaran berbasis simulasi melalui smartphone [5]. Adanya teknologi permainan ini dapat memperkenalkan kepada masyarakat dengan cara yang menarik. Sehingga pengenalan mengenai suatu hal dapat tersebar luas di kalangan masyarakat.

Akhir-akhir ini, simulasi *mobile* kian diminati karena mampu menghadirkan pengalaman interaktif yang menyerupai aktivitas nyata, seperti manajemen dan pelestarian lingkungan. Salah satu topik potensial dalam simulasi adalah ekosistem *mangrove*, yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan wilayah pesisir [6].

Oleh karena itu Dibutuhkan simulasi interaktif seperti *Whispers of Mangrove* untuk meningkatkan kesadaran pelestarian lingkungan. Melalui alur cerita dan dialog yang melibatkan pengambilan keputusan, pemain diajak mengenal, menanam, dan merawat mangrove. Simulasi ini tidak hanya menghibur, tetapi juga edukatif, mendorong rasa tanggung jawab terhadap ekosistem mangrove.

II. METODE

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk perancangan simulasi berbasis *mobile* pada ekowisata *mangrove* adalah *prototyping*, yaitu cara membuat model awal (prototipe) dari sebuah sistem atau produk. Metode *prototyping* ditunjukkan oleh Gambar 1. Model ini dibuat untuk menunjukkan gambaran awal tentang cara kerja sistem, sehingga pengguna dan pengembang bisa melihat, mencoba, dan memberikan masukan. Dengan cara ini, kekurangan atau hal yang perlu diperbaiki dapat ditemukan lebih cepat sebelum sistem yang sebenarnya dibuat [7].

2.2 Communication

Tahap ini melibatkan kebutuhan dari sistem dengan mendengarkan permasalahan melalui wawancara khususnya dengan pengguna untuk mengetahui kebutuhan pengguna. Untuk mempermudah menganalisis sebuah sistem dibutuhkan dua jenis kebutuhan. Kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

1.2.1. Kebutuhan Fungsional

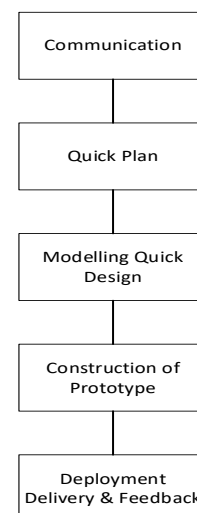
Kebutuhan fungsional yang berisi proses-proses yang nantinya akan dilakukan sistem dan layanan yang dapat dilakukan *system*.

1. Simulasi terdapat dialog cerita yang interaktif.
2. Simulasi memiliki fitur *pause* saat di tengah permainan dapat di jeda.
3. Simulasi memiliki fitur *inventory* untuk menyimpan barang yang sudah dikumpulkan
4. Simulasi memiliki misi yang dapat dikerjakan dengan berinteraksi terhadap objek
5. Simulasi memiliki fitur *background* untuk pengalaman yang menyenangkan.
6. Simulasi terdapat informasi pengetahuan terhadap mangrove

1.2.2. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional menjelaskan kebutuhan sistem yang mengutamakan pada kebutuhan yang dimiliki sistem, seminimalnya adalah :

1. Pemain dapat membuat nama pengguna atau nama karakter dan mengubah *background* lagu atau suara.
2. Pemain dapat menyimpan progres pemain dan bisa melanjutkan dari terakhir yang dimainkan.
3. Pemain dapat memilih keputusan dalam alur cerita dan berinteraksi dalam simulasi.
4. Pemain dapat menggunakan *item* dalam simulasi
5. Pemain dapat panduan cara bermain setiap misi nya



Gambar 1. Metode Prototyping. Adaptasi dari Pressman [8].

2.3 Quick Plan

Pada tahapan ini dilakukan proses pengembangan sistem yang bertujuan untuk membuat rencana singkat dan terarah berdasarkan informasi awal tentang kebutuhan pengguna. Dimulai dengan wawancara selama 2 bulan dengan pihak ekowisata mangrove wonorejo untuk menggali beberapa informasi dan data terkait hutan mangrove sehingga menghasilkan beberapa informasi seperti jenis-jenis mangrove, cara penanaman dan cara perawatan serta kebutuhan pengguna terhadap media pembelajaran. Data ini kemudian dianalisis untuk menentukan konsep/elemen dalam simulasi dan membuat sistem use case diagram serta merumuskan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sebagai pondasi dari perancangan simulasi. Lalu dibuat rancangan awal (design awal) berupa sketsa antarmuka dan alur. Rancangan tersebut selanjutnya diimplementasikan ke dalam bentuk simulasi yang memuat materi pengenalan jenis mangrove dan proses penanaman secara interaktif [9].

2.4 Modeling Quick Design

Tahap ini dilakukan proses merancang konsep/elemen, *use case* dan mengembangkan cerita dalam sebuah karya seperti simulasi, film, novel, atau media interaktif lainnya. Dalam merancang narasi ada simulasi dan *storyboard* dalam simulasi tersebut.

1.4.1. Konsep/Elemen

Konsep/elemen yang diterapkan untuk membuat pemain tertarik dalam bermain ada banyak desain elemen. Namun dalam perancangan simulasi ini mengambil beberapa desain elemen sebagai berikut :

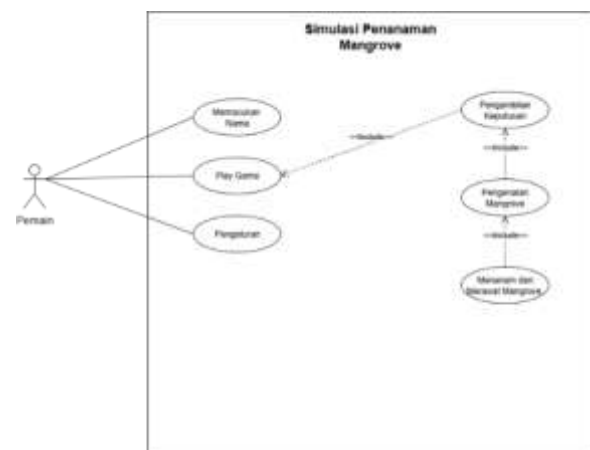
1. Physical Rewards / Prizes : Penghargaan berupa barang atau hadiah nyata yang diberikan kepada pemain sebagai hasil dari pencapaian atau kemenangan dalam sebuah permainan atau aktivitas. Dimana pemain mendapat reward sebuah koin setelah mempelajari pohon mangrove serta koin menambah atau mengurangi saat sesi menanam seperti pohon yang dewasa sampah dari laut hanyut di sekitar pohon harus di bersihkan setiap di bersihkan mendapat 25 koin persesi sampah yang muncul. Apabila pemain membiarkan sampah menumpuk dan tidak dibersihkan koin berkurang 50 koin [10].
2. Quests : Serangkaian tugas atau misi yang harus diselesaikan oleh pemain dalam sebuah game atau aktivitas. Pemain mendapat beberapa misi dalam beberapa scene dan harus di selesaikan apabila ingin ke scene selanjutnya [11].
3. Learning / New Skills: Mengacu pada pengembangan kemampuan baru yang diperoleh oleh pemain melalui interaksi dengan elemen-elemen. Dimana pemain mempelajari beberapa bagian dari pohon mangrove dari berinteraksi/

menekannya muncul sebuah papan informasi tentang bagian pohon mangrove [12].

4. Care-taking: Elemen dalam game yang melibatkan peran pemain sebagai pengasuh atau pemelihara, yang bertanggung jawab untuk merawat atau menjaga sesuatu. Dalam sesi/scene menanam bibit mangrove pemain menanam bibit dan harus menjaganya agar bibit tidak mati apabila ada sampah hanyut dari laut yang menumpuk [13].
5. Purpose: Tujuan dapat dilihat sebagai kebutuhan makna dalam etika. Saya ingin merasa bahwa etika pemain melakukan sesuatu, ada alasan dan mungkin memiliki makna yang lebih besar. Dimana perancangan game ini memiliki 2 ending yaitu bagus dan buruk. Pemainlah yang berperan penting untuk memutuskan apakah jalan cerita/game menuju ending mana dan dibalik itu semua ada beberapa pesan moral yang dapat diambil dari jalan nya game ini [14].

1.4.2. Use Case Diagram

Use case menggambarkan interaksi antara pemain dan sistem untuk mencapai tujuan dalam simulasi, seperti mengenali jenis mangrove, menanam pohon, dan merawat ekosistem.



Gambar 2. Use Case

Use case diagram "Simulasi Penanaman Mangrove" menggambarkan interaksi utama antara pemain dengan sistem simulasi. Pemain dapat melakukan tiga aktivitas utama yaitu Memasukkan Nama, Play Game, dan Pengaturan. Use case Memasukkan Nama digunakan untuk menyimpan nama karakter pemain. Saat pemain memilih Play Game, sistem akan menjalankan beberapa use case tambahan melalui relasi <<include>>, yaitu Pengenalan Mangrove, Menanam dan Merawat Mangrove, dan Pengambilan Keputusan yang merupakan bagian dari alur edukasi interaktif. Pada menu Pengaturan, pemain dapat mengakses fitur seperti pengaturan suara, pause, home, bahasa, tentang,

dan *exit*, yang membantu menyesuaikan pengalaman bermain sesuai kebutuhan [15].

1.4.3. Desain Penyimpanan Data

Design penyimpanan data dibuat untuk menyimpan progres pemain berupa *scene* terakhir yang dimainkan, Unity dapat memanfaatkan fitur *PlayerPrefs*. *PlayerPrefs* berguna untuk menyimpan data sederhana seperti string, angka, atau nilai boolean. Dalam konteks ini, saat pemain berpindah ke suatu *scene*, nama *scene* tersebut disimpan menggunakan *PlayerPrefs.SetString*. Data ini akan tetap tersimpan meskipun simulasi ditutup. Saat simulasi dijalankan kembali, *scene* terakhir yang tersimpan dapat diambil menggunakan *PlayerPrefs.GetString*, lalu digunakan untuk melanjutkan permainan dari *scene* tersebut. Dengan cara ini, pemain tidak perlu mengulang dari awal karena progres mereka sudah tersimpan secara otomatis di perangkat [16].

1.4.4. Skenario Simulasi

A. Prolog

1. *Scene* dimulai saat sore hari di sebuah lapangan di desa dekat hutan bakau. Ada beberapa anak-anak yang bermain disana dan mereka menceritakan adanya sebuah suara misterius di malam hari meminta pertolongan dari hutan bakau. Mereka mengganggu hutan bakau itu angker

B. Rumah Aruna

1. Saat aruna sampai dirumah dia merenungkan hutan bakau yang didesanya dan tiba – tiba ada suara misterius yang meminta pertolongan disini akan ada dialog keputusan apakah aruna akan peduli atau acuh jika dia acuh akan masuk di *scene* pagi hari di depan rumah tapi kalau dia peduli akan masuk *scene* ke hutan bakau.

C. Pagi hari

1. *Scene* ini akan tampil jika si pemain memilih acuh disini ada dialog Keputusan lagi dan jika pemain memilih acuh akan melompati semua *scene* dan langsung ke *bad ending* tapi jika dia mulai peduli akan masuk ke *scene* selanjutnya

D. Perkenalan dengan Pak Dharma dan pengetahuan mangrove

1. *Scene* berganti ke hutan bakau. Disana ada seorang pria dewasa yang nampaknya menunggu kehadiran Aruna, dia adalah Pak Darma. Ada beberapa dialog dan *scene* berganti ke tengah hutan bakau. Disini Pak Darma menemani aruna untuk mempelajari beberapa jenis tanaman *mangrove*.
2. Misi nya di *scene* ini adalah mempelajari dan mengidentifikasi jenis *mangrove* berdasarkan daun dan buah. Setelah menyelesaikan misi akan di beri beberapa *item* dan juga mendapat bibit dan koin senilai 300 dari pak dharma

E. Pohon mati dan cara menanam bibit mangrove

1. Disini pak dharma akan memperlihatkan pohon mati karena sampah dan memberitahu cara menanam bibit *mangrove*

F. Tugas penanaman dan perawatan mangrove

1. Misi nya di *scene* ini adalah menanam bibit *mangrove* yang sudah di berikan pak dharma dan di bekali cara menanam nya. Penanaman bibit menggunakan *drag and drop* untuk memilih benih dan menanamnya di lahan kosong yang sudah disiapkan. Saat pertumbuhan ada bar hp yang muncul dan menjadi indikasi bibit tumbuh ke pohon dewasa dan mati
2. Lalu ada misi merawat dengan membersihkan sampah - sampah yang hanyut dari laut. Ada 2 sesi sampah yang jika di bersihkan menambah 25 *coin* per sesinya. Kalau tidak di bersihkan akan membuat pohon *mangrove* mati dan mengurangi 50 *coin*

G. Good Ending

1. Setelah melakukan penanaman pada lahan kosong di pinggiran pantai meminimalisir terjadinya abrasi yang di akibatkan oleh air laut pasang. Pak dharma bangga pada aruna yang mau dan peduli terhadap hutan bakau ini dan mereka menikmati senja dengan menaiki perahu

H. Bad Ending

1. *Scene* memperlihatkan sebuah bencana karena mengabaikan alamnya yaitu abrasi karena aruna mengacuhkan alamnya sehingga desa nya terkikis oleh air laut dan suara misterius itu menampakan wujudnya yaitu seorang dewi penjaga hutan bakau beliau kecewa kepada aruna

I. Credit Scene

1. *Scene* yang menampilkan list ucapan terimakasih, nama pengembang simulasi dan nama pendukung dalam terbentuknya simulasi tersebut.

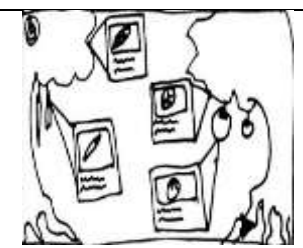
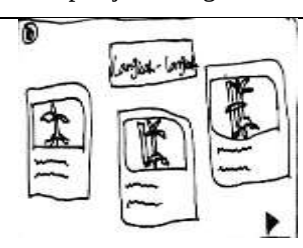
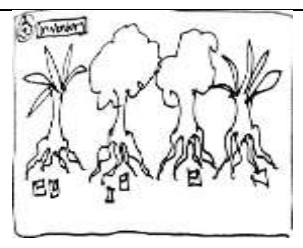
1.4.5. Storyboard

Pembuatan rancangan dengan menggunakan *storyboard* adalah untuk mendapatkan gambaran struktur dan tampilan yang akan dibuat pada simulasi [17].

2.5 Construction of Prototype

Pada tahap ini dikembangkan prototipe simulasi berdasarkan rancangan awal. Prototipe berisi mekanik dasar seperti interaksi objek, sistem dialog, panel misi, UI awal, serta pengaturan *scene* sederhana menggunakan Unity. Tujuannya untuk menguji kelayakan desain dan menemukan masalah sebelum simulasi dikembangkan lebih lanjut [18].

Tabel 1. *Storyboard*

Storyboard	Keterangan
 Display Masuk Simulasi	<i>Display</i> awal menampilkan judul simulasi dan <i>background</i> tumbuhan <i>mangrove</i>
 Mempelajari Mangrove	Karakter utama mempelajari tumbuhan <i>mangrove</i> yang ada di hutan bakau dengan <i>menginteract</i> objeknya memberi informasi terkait apa yang di <i>interact</i>
 Cara cara menanam	Halaman ini akan memberikan informasi bagaimana menanam bibit <i>mangrove</i> kepada pemain dan sebagai pemandu nantinya di halaman selanjutnya
 Menanam Mangrove	Karakter utama mendapatkan misi untuk menanam bibit <i>mangrove</i> dan merawat <i>mangrove</i> dengan membersihkan sampah yang hanyut dari laut.
 Credit Scene	Di halaman ini akan muncul beberapa list ucapan terimakasih, nama pengembang simulasi dan beberapa pihak yang menjadi pendukung terbuatnya simulasi ini

2.6 Deployment, Delivery & Feedback

2.6.1. Deployment (Penerapan Sistem)

Tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan seluruh elemen simulasi berfungsi dengan baik, meliputi tombol, kontrol, alur permainan, dan interaksi antar elemen. Setiap fitur diuji secara detail guna mendeteksi bug serta menentukan perbaikan agar

simulasi berjalan lancar dan memberikan pengalaman optimal bagi pengguna [19].

2.6.2. Delivery (Penyerahan Sistem)

Setelah *deployment*, prototipe sistem diserahkan kepada pengguna dengan memastikan seluruh fitur utama berfungsi sesuai kebutuhan. Tahap ini dilengkapi dokumentasi teknis dan panduan pengguna, serta penyelesaian kontrak atau persetujuan bila diperlukan [20]. Untuk menguji keberhasilan fungsional fitur-fitur pada simulasi mobile *Whisper of Mangrove* digunakan *black-box testing*.

2.6.3. Feedback (Umpan Balik)

Pengguna menguji sistem dalam skenario nyata dan memberikan umpan balik untuk perbaikan fitur, bug, maupun penyesuaian lainnya, sehingga sistem tidak hanya berfungsi dengan baik tetapi juga efektif dan memuaskan pengguna [21].

Pengujian kebergunaan (*usability testing*) pada simulasi mobile *Whisper of Mangrove* dilakukan untuk mengukur tingkat penerimaan, efektivitas interaksi, serta kepuasan pengguna terhadap antarmuka dan alur kerja sistem yang telah dikembangkan. Evaluasi usability ini diukur secara kuantitatif menggunakan instrumen *System Usability Scale (SUS)*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Alur Simulasi



Gambar 3. Alur Permainan

Pada gambar 3 memperlihatkan alur game *Whispers of Mangrove* yang dirancang untuk memberi pengalaman belajar bertahap. Pemain memulai dengan prolog, lalu melalui pilihan cerita dapat memasuki hutan bakau untuk belajar, menanam, dan merawat mangrove. Jika berhasil, pemain memperoleh ending baik. Alur ini dibuat agar pemain dapat belajar sambil bermain serta menumbuhkan kepedulian lingkungan.

3.2. Awal Simulasi

3.2.1. Masukan Nama

Gambar 4 adalah tampilan awal, pemain diminta memasukkan nama pada kolom isian yang disertai contoh, kemudian menekan tombol *Save* untuk

menyimpannya. Proses ini memastikan identitas pemain terekam sebelum simulasi dimulai.



Gambar 4. Memasukkan Nama

3.2.2. Halaman Utama



Gambar 5. Tampilan Halaman Utama

Halaman utama pada Gambar 5, setelah memasukkan nama, tersedia tombol *Play Game* untuk memulai permainan dan tombol Pengaturan berbentuk roda gigi yang berisi opsi musik latar, jeda, kembali ke menu utama, ganti bahasa, tentang simulasi, serta keluar. Tampilan ini memungkinkan pemain memilih langsung bermain atau melakukan pengaturan terlebih dahulu.

3.3. Pembelajaran Mangrove

3.3.1. Pengenalan Pohon Mangrove



Gambar 6. Tampilan Papan Informasi

Tampilan awal sesi pembelajaran menampilkan papan informasi berisi instruksi untuk mempelajari jenis-jenis mangrove melalui visual dan interaksi, sebagai penanda bahwa pengguna memasuki fase pembelajaran. Tampilan halaman ini ditunjukkan oleh Gambar 6.

3.3.2. Pemberian Penjaga Mangrove

Gambar 7 memperlihatkan tampilan setelah misi selesai, di mana pemain menerima hadiah berupa bibit pohon bakau baru. Di sisi kiri terdapat papan *Inventory* yang menampilkan isi berupa bibit pohon, menunjukkan bahwa *item* berhasil dikumpulkan. Karakter Pak Dharma muncul kembali di sisi kanan layar, kali ini dengan ekspresi ramah dan senang, serta dialog “Ini ada bibit pohon bakau yang baru” di kiri bawah. Di pojok kanan atas terdapat tampilan jumlah koin yang dimiliki pemain, yaitu 300 *Coin*, sebagai sistem penghargaan atau *reward*. *Reward* merupakan elemen yang ada dalam simulasi dimana pemain mendapatkan *reward* setelah melakukan misi atau menyelesaikan kegiatan yang berkaitan dengan misi. Adegan ini menjadi penegas bahwa pembelajaran dihargai dengan diberikan *reward* yang akan digunakan dalam tahapan selanjutnya.



Gambar 7. Tampilan Selesai Misi

3.3.2. Tutorial Menanam Mangrove



Gambar 8. Tampilan Tutorial

Gambar 8 tampilan tahap tutorial visual menjelaskan cara menanam mangrove melalui tiga papan gambar yaitu menyiapkan bibit sehat, menancapkan bambu penyangga, dan mengikat bibit agar tidak roboh. Panel tutorial, dialog dari Pak Dharma, serta tombol navigasi mendukung penyampaian instruksi sebelum pemain memulai aktivitas menanam.

3.4. Menanam dan Merawat Mangrove

3.4.1. Menanam dan Merawat Mangrove

Tahap ini merupakan awal interaksi menanam bibit bakau setelah tutorial, ditandai papan instruksi di tengah layar. *Inventory* di kiri atas dan 300 *Coin* di kanan atas tetap aktif, sementara latar pesisir berlumpur menyesuaikan konteks kegiatan sebagai

transisi dari pembelajaran pasif ke aksi langsung, ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Pop Up Panel

3.4.2. Pertumbuhan *Mangrove*

a. Siklus Pertumbuhan



Gambar 10. Pertumbuhan Bibit Menjadi Pohon

Gambar 10 menunjukkan tampilan fase pertumbuhan menampilkan pohon mangrove dengan bar kesehatan di atas tiap kotak tanam. Pemain harus membersihkan sampah agar pohon tetap sehat sekaligus memperoleh tambahan koin, sementara kelalaian menyebabkan pohon mati. Inventory tetap tersedia, menegaskan bahwa pertumbuhan membutuhkan perhatian aktif dari pemain.

b. Siklus *Reward*



Gambar 11. Pertumbuhan Bibit Menjadi Pohon

Fase panen menampilkan hasil penanaman, di mana dua pohon tumbuh sempurna sementara satu mati karena tidak dirawat, sehingga koin berkurang menjadi

310. Adegan ini menjadi penutup siklus tanam–rawat–tumbuh, sekaligus menyimpan progres terakhir agar pemain dapat melanjutkan permainan dari titik terakhir seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11.

3.5. Halaman *Good Ending*

Tampilan Good ending ditunjukkan oleh Gambar 12. Halaman ini ditampilkan setelah pemain berhasil menyelesaikan seluruh misi, dengan latar senja tenang di tepi sungai dan mangrove yang tumbuh subur. Karakter Rhea menyampaikan dialog bermakna tentang manfaat mangrove bagi desa, sebagai pesan moral dan klimaks emosional simulasi.



Gambar 12. Tampilan *Good Ending*

3.6. Halaman *Credit*



Gambar 13. Tampilan *Credit*

Merupakan halaman penutup atau *credit scene* dari keseluruhan simulasi. Latar berwarna hitam dengan tulisan putih sederhana menampilkan kata Tamat di bagian atas, menandakan bahwa perjalanan pemain telah selesai. Di bawahnya terdapat informasi bahwa simulasi ini berjudul *Whispers of Mangrove* dan dibuat sebagai bagian dari Tugas Akhir program Sarjana (S1) Teknik Informatika. Bagian ini berfungsi untuk mengucapkan rasa terimakasih kepada beberapa pihak yang bersangkutan dan menutup cerita secara resmi.

3.7. Uji Coba

Ujicoba sistem simulasi mobile *Whisper of Mangrove* meliputi ujicoba *blackbox testing* dan ujicoba usabilitas.

Tabel 2. Hasil ujicoba *Black-box*

Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
Halaman utama dan kustomisasi nama pengguna	Pengguna mengisi nama dan menguji tombol interaksi pada halaman utama	Menampilkan Halaman utama, scene kamar dan rumah	Berhasil
Interaksi dengan penjaga hutan mangrove	Pengguna berinteraksi dengan penjaga hutan	Halaman hutan mangrove, sound dan tombol berfungsi	Berhasil
Pengenalan pohon mangrove	Pengguna mengidentifikasi pohon mangrove berdasarkan daun dan buah, bila berhasil mendapat reward	Halaman jenis pohon mangrove dan hidden button berupa daun dan buah	Berhasil
Tutorial menanam mangrove	Pengguna membuka halaman cara menanam mangrove dan menekan tombol pada halaman tersebut	Halaman tutorial menanam mangrove	Berhasil
Simulasi menanam-merawat dan tumbuh pohon mangrove	Pengguna menyelesaikan misi menanam dan merawat mangrove	Mangrove tumbuh menjadi pohon/mati terseret ombak, mendapat reward	Berhasil
Halaman ending dan kredit pembuat simulasi	Pengguna menyelesaikan simulasi	Menyimpan data permainan saat ini	Berhasil

Tabel 3. Rincian Perhitungan Skor SUS

No	Pernyataan	Rata-Rata Likert	Skor
Q1	Sistem mudah digunakan (Positif)	4,30	3,30
Q2	Sistem terlalu rumit untuk digunakan (Negatif)	2,50	2,50
Q3	Mudah dipelajari di awal permainan (Positif)	4,20	3,20
Q4	Perlu bantuan teknis untuk memahami cara bermain (Negatif)	3,00	2,00
Q5	Fitur-fitur bekerja secara terintegrasi dan lancar (Positif)	4,10	3,10
Q6	Ada beberapa hal yang tidak konsisten (Negatif)	3,00	2,00
Q7	Orang lain bisa memahami cara bermain dengan cepat (Positif)	3,80	2,80
Q8	Sistem permainan cukup membingungkan (Negatif)	2,20	2,80
Q9	Tidak mengalami hambatan saat menggunakan fitur (Positif)	4,10	3,10
Q10	Perlu mempelajari banyak hal sebelum nyaman bermain (Negatif)	2,90	2,10
Total Skor			26,90

Black-box testing dilakukan untuk pengujian secara menyeluruh terhadap berbagai interaksi antara elemen-elemen dan tombol-tombol yang terdapat di dalam simulasi. Pengujian ini mencakup beberapa aspek penting seperti kontrol dalam permainan, responsibilitas antarmuka terhadap pemain, alur permainan secara keseluruhan, serta sejauh mana setiap elemen di dalam simulasi dapat berinteraksi dengan pemain maupun dengan elemen lainnya secara

dinamis dan sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan.

Pengujian blackbox dilakukan pada seluruh fitur dalam simulasi *Whispers of Mangrove* untuk menilai kesesuaian sistem dengan skenario yang dirancang. Hasil uji menunjukkan bahwa setiap tombol, interaksi, dan alur permainan berfungsi sesuai harapan, mulai dari halaman utama, prolog, pertanyaan pertama dan kedua, pembelajaran mangrove, hingga tahap penanaman serta perawatan. Sistem mampu menampilkan dialog, pop-up instruksi, inventory, reward, serta transisi antar scene dengan baik. Pada fase akhir, baik *good ending*, *bad ending*, maupun *credit scene* berjalan lancar tanpa kendala. Selain itu, fitur penyimpanan progres berhasil memastikan pemain dapat melanjutkan permainan dari titik terakhir.

Tabel 2 merupakan hasil ujicoba *black-box*. Hasil pengujian *blackbox* membuktikan bahwa seluruh fungsi utama pada simulasi ini bekerja dengan benar, responsif terhadap masukan pengguna, dan tidak ditemukan bug fungsional. Dengan demikian, *Whispers of Mangrove* dinyatakan layak dari sisi fungsionalitas untuk digunakan oleh pengguna.

Selain melakukan ujicoba terkait fungsional sistem yang berjalan dengan baik, selanjutnya dilakukan ujicoba usability dari sistem *Whisper of Mangrove* menggunakan instrument SUS. Pengujian kebergunaan (*usability*) dilakukan untuk mengukur sejauh mana antarmuka dan alur kerja sistem pembelajaran adaptif Bahasa Arab berbasis web ini dapat diterima serta dioperasikan secara efektif oleh pengguna target. Instrumen yang digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri dari 10 butir pernyataan dengan kombinasi skala Likert 5-poin.

Berdasarkan pengolahan data kuesioner dari seluruh responden, rincian skor kontribusi untuk setiap indikator SUS ditunjukkan pada Tabel 3.

Perhitungan nilai SUS dihitung dengan mengalikan total skor kontribusi dengan pengali standar 2,5:

Skor Akhir SUS = $26,90 \times 2,5 = 67,25$

Dari hasil perhitungan tersebut, diperoleh nilai rata-rata usabilitas sistem sebesar 67,25. Berdasarkan skala interpretasi baku SUS, nilai 67,25 menempatkan sistem ini pada *Acceptability Range* kategori *Marginal High* (mendekati ambang batas *Acceptable* di nilai 68), berada pada kisaran Grade D, dengan *Adjective Rating* pada kriteria OK menuju *Good*.

3.8. Pembahasan

Berdasarkan rangkaian pengujian yang telah dilakukan, aplikasi mobile simulasi pembelajaran pengenalan dan penanaman mangrove telah melalui dua tahap evaluasi utama, yaitu pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Blackbox Testing* dan pengujian pengalaman pengguna (*User Experience*) menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS). Pembahasan ini menguraikan keterkaitannya terhadap keberhasilan aplikasi sebagai media pembelajaran interaktif.

Hasil *Blackbox Testing* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% pada 6 fitur utama yang diuji. Hal ini membuktikan bahwa arsitektur sistem dan logika pemrograman aplikasi telah berjalan dengan stabil tanpa ditemukannya *critical bug* atau kesalahan fungsional.

Mekanisme interaksi pada scene mempelajari dan mengidentifikasi jenis *mangrove* berdasarkan daun dan buah berhasil memberikan edukasi tentang jenis pohon *mangrove*. Selain itu, alur logika pada misi menanam-merawat-tumbuh dimana pengguna yang mengatur kondisi keberhasilan penanaman atau kegagalan akibat terseret ombak. Pengguna harus memperhatikan variabel kondisi (seperti pembersihan sampah) secara tepat. Keberhasilan pengujian fungsional ini menjadi fondasi krusial yang memastikan pengguna tidak mengalami kendala teknis saat menjalankan proses pembelajaran.

Hasil pengukuran aspek usabilitas menggunakan *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor akhir sebesar 67,25. Angka ini menunjukkan bahwa aplikasi secara umum sudah dapat diterima (*acceptable*) dan layak digunakan oleh target pengguna sebagai media simulasi.

Hal ini mengindikasikan bahwa konsep simulasi edukatif yang memadukan elemen *gameplay* berhasil menarik minat serta memudahkan pengguna dalam memahami alur permainan tanpa hambatan performa aplikasi. Meskipun simulasi ini masih kurang dalam hal tampilan animasi yang dinamis dan lebih interaktif serta tantangan dalam mengubah format narasi yang terlampau padat menjadi panduan visual interaktif. Penyampaian materi edukasi dan tutorial sebelum fase

penanaman dirasakan cukup padat, sehingga sebagian pengguna masih membutuhkan waktu lebih untuk mencerna informasi sebelum nyaman bermain.

IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Simulasi *Whispers of Mangrove* berhasil dirancang sebagai media simulasi untuk mengenalkan pentingnya ekosistem mangrove mulai dari pembelajaran, menanam dan merawat *mangrove*. Berdasarkan Kesimpulan ada beberapa poin yang tercapai sebagai berikut :

1. Simulasi berhasil menyampaikan informasi tentang *mangrove* secara menarik.
2. Fitur-fitur dalam simulasi mendukung proses belajar dan simulasi.
3. Simulasi mudah digunakan dan mendapat respons positif dari pengujian.
4. Proses pengembangan lebih cepat dan tepat berkat metode prototyping.

4.2. Saran

Agar simulasi ini makin baik ke depannya ada beberapa hal yang bisa ditambahkan atau diperbaiki :

1. Buat tampilan dan animasi lebih hidup supaya makin seru.
2. Tambah fitur seperti mini simulasi atau sistem level untuk menambah tantangan.
3. Simulasi ini bisa dikembangkan lagi untuk tema lingkungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. H. Nanlohy dan M. Masniar, "Manfaat Ekosistem Mangrove Dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan Masyarakat Pesisir," *ABDIMAS : Papua journal of community service*, 2020.
- [2] N. Setiyoko, E. Kristijadi, H. R. Afandi, Y. D. Renzina, S. A. Laga, C. J. Noerjanto dan J. G. J. Christianto, "PENDAMPINGAN MEDIA PROMOSI DIGITAL DALAM RANGKA PENINGKATAN PEREKONOMIAN MASYARAKAT DI EKOWISATA MANGROVE MEDOKAN AYU SURABAYA," *JURNAL ABADIMAS ADI BUANA*, 28 January 2023.
- [3] L. V. Tsyganova, Y. V. Zubkova, N. V. Bystrova, L. I. Kutepova dan M. M. Kutepov, "Game technologies as a means of increasing the educational," *Educational practices and teacher training*, 2021.
- [4] D. Y. Wurara, S. R. U. A. Sompie, S. D. E. Paturusi dan H. V. F. Kainde, "Rancang Bangun Aplikasi Game Pembelajaran Dan Simulasi



- Sistem Bilangan Digital Berbasis Android,” *Jurnal Teknik Informatika*, 30 March 2020.
- [5] B. A. Mufida, F. N. Putra dan R. D. Rusdyan Yusron, “Pembuatan Games Edukasi Pengenalan Hewan Berdasarkan Makanan Berbasis Augmented Reality,” *JACIS : Jurnal Automation Computer Information System*, 3 November 2021.
- [6] I. A. M. Indra, H. A. Musril, Supriadi dan R. Okra, “Media Pembelajaran Berbasis Android pada Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Kelas X di SMK Gema Nusantara Bukittinggi,” *Intellect : Indonesian Journal of Learning and Technological Innovation*, 2023.
- [7] A. Wirapraja, R. Widiatoro dan Jason, “PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM INFORMASI MANAJEMEN RESERVASI HOTEL BERBASIS WEB DENGAN METODE PROTOTYPING,” *Jurnal EKSEKUTIF*, 2022.
- [8] M. Alda, M. Alfarisi, A. B. Barus dan I. Syahfitri, “Perancangan Aplikasi Digital Perpustakaan Menggunakan Metode,” *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 2 February 2024.
- [9] A. Z. Al Muhtadi dan L. Junaedi, “Implementasi Metode Prototype dalam Membangun Sistem Informasi Penjualan Online pada Toko Herbal Pahlawan,” *JAIIT : Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 2021.
- [10] R. P. Nugroho, Y. Soepriyanto dan A. Wedi, “Pengembangan learning management system dengan pendekatan gamifikasi untuk pembelajaran berbasis proyek,” *Teknologi Pendidikan*, 2024.
- [11] F. Purnomo, “PENERAPAN GAMIFIKASI PADA SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN DIGITAL: STUDI KASUS PERPUSTAKAAN STIKI MALANG,” *STIKI Repository*, 2024.
- [12] A. Y. Putriansyah dan D. T. Yulianti, “Implementasi Desain Interaksi dan Gamifikasi Pada Aplikasi Learning Management System Sekolah,” *STRATEGI : Sarana Tugas Akhir Mahasiswa Teknologi Informasi*, 2022.
- [13] M. R. Levandy, L. Fanani dan M. T. Ananta, “Perancangan User Experience Aplikasi Pembelajaran Bahasa Korea dengan Konsep Gamification menggunakan Metode Human Centered Design,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2024.
- [14] D. Ariani, “Gamifikasi untuk Pembelajaran,” *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 2020.
- [15] R. D. Darmawan, T. N. Irawan dan S. Syidada, “RANCANG BANGUN WEB PROFIL SEKOLAH SEBAGAI MEDIA PROMOSI SMP KARTIKA IV-10 SURABAYA,” *Melek IT : Information Technology Journal*, 2022.
- [16] B. R. Amalia dan N. Saurina, “PEMANFAATAN FRAMEWORK LARAVEL UNTUK SISTEM INFORMASI PADA TOKO BATIK RATO EBHU BERBASIS WEB,” *Melek IT : Information Technology Journal*, 2022.
- [17] S. J. Luhulima, A. K. Adisusilo dan N. Saurina, “Permainan Tiga Dimensi (3d) Untuk Pengenalan Makanan Alergen Telur, Kacang Dan Susu Serta Tahap Intervensi Diet Pada Anak,” *Melek IT : Information Technology Journal*, 2017.
- [18] H. F. Santi dan I. A. Astuti, “PEMBUATAN PROTOTYPE APLIKASI GAME EDUKASI SISTEM TATA SURYA UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR,” *JOISM : Journal Of Information System Management*, 2020.
- [19] K. Wafiq, H. Rosyid, A. Kristari dan F. Sukmana, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN GAME EDUKASI BERBASIS ANDROID PADA MATA PELAJARAN FISIKA DENGAN MODEL PROTOTYPE,” *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 2021.
- [20] R. L. Nanda, Yoannita dan K. A. Siddiq, “Rancang Bangun Aplikasi Permainan Edukasi “Simulasi Pramuka” Dengan Unity 3D,” *STMIK Global Informatika*, 2023.
- [21] R. Ameron dan N. A. Sani, “Rancangan Bangun Prototype Aplikasi Permainan Edukasi Bergenre Permainan Peran,” *JURNAL TEKNIK ITS*, 2020.