

Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Jaringan Tumbuhan Berbasis Android

Dwi Bintang Rabani*, Muhammad Zakariyah

Fakultas Sains & Teknologi, Program Studi Informatika, Universitas Teknolgi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}dbintangggrrr@email.com, ²muhammad.zakariyah@staff.uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: dbintangggrrr@gmail.com

Abstrak—Dalam dunia pembelajaran semakin berkurangnya minat belajar siswa dikarenakan masih menggunakan sistem pembelajaran media buku yang hanya berisi gambar dan teks. Sistem pembelajaran menggunakan teks dan gambar terkesan membosankan. Dalam dunia pendidikan penggunaan teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran alternatif bagi para siswa. Teknologi AR membuat pengguna dapat lebih mudah memahami dikarenakan objek 3D yang ditampilkan lebih menarik dan mudah dimengerti. Dengan metode marker based dalam augmented reality marker atau penanda objek dua dimensi sebagai penanda yang nantinya akan dibaca oleh kamera. Metode penelitian yang diterapkan melibatkan serangkaian tahapan yang mencakup analisis sistem, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Dari permasalahan yang telah disebutkan dan solusi yang diberikan dengan memberikan pembuatan aplikasi augmented reality ini dapat membantu guru dan siswa mengenai pembelajaran dengan metode pembelajaran yang baru. pengembangan aplikasi yang saya buat diharapkan para siswa dapat lebih memahami dalam proses pembelajaran. Dengan pengembangan aplikasi pengenalan jaringan tumbuhan augmented reality, Augmented Reality (AR) dalam memperkuat pengalaman pembelajaran yang interaktif bagi penggunanya. Ini menunjukkan bahwa AR memiliki kemampuan untuk mengubah paradigma pembelajaran dengan memberikan pengalaman yang lebih dinamis dan menarik bagi para pengguna.

Kata Kunci: Augmented Reality Tumbuhan; Anatomi Tumbuhan; Android; Unity3D; Pembelajaran Anatomi Tumbuhan

Abstract—In the world of learning, students' interest in learning is decreasing because they are still using a book media learning system that only contains images and text. Learning systems using text and images seem boring. In the world of education, the use of augmented reality technology as an alternative learning media for students. AR technology makes it easier for users to understand because the 3D objects displayed are more interesting and easy to understand. With marker-based method in augmented reality marker or two-dimensional object marker as a marker that will be read by the camera. The research method applied involves a series of stages that include system analysis, system design, implementation, and testing. From the problems that have been mentioned and the solutions provided by providing the creation of augmented reality applications can help teachers and students regarding learning with new learning methods. the development of applications that I make is expected that students can better understand the learning process. With the development of augmented reality plant tissue recognition applications, Augmented Reality (AR) in strengthening interactive learning experiences for its users. This shows that AR has the ability to change the learning paradigm by providing a more dynamic and interesting experience for users.

Keywords: Augmented Reality Plants; Plant Anatomy; Android; Unity3D; Learning Plant Anatomy

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pembelajaran semakin berkurangnya minat belajar siswa dikarenakan media pembelajaran siswa masih menggunakan buku yang berisi tulisan atau gambar (2D). Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menyatukan objek maya, baik dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi, ke dalam dunia nyata atau lingkungan fisik. Teknologi augmented reality benar benar dapat membantu pembelajaran khususnya dalam dunia pendidikan untuk saat sekarang ini. Dalam dunia pendidikan penggunaan teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran sekarang bisa terbilang sudah sangat banyak yang menggunakan perkembangan teknologi ini. Teknologi AR membuat pengguna dapat lebih mudah memahami dikarenakan objek 3D yang ditampilkan lebih menarik[1].

Perkembangan teknologi jaman sekarang sangat dibutuhkan untuk mendongkrak pembelajaran yang menarik bagi para siswa. Augmented Reality mempunyai sudut pandang lebih luas dari objek dua dimensi. Sebagai penunjang pembelajaran yang menarik agar siswa tidak merasa bosan saat belajar menggunakan objek (2D) diperlukan teknologi Augmented reality (AR). Objek 3D juga dinilai lebih interaktif untuk digunakan sebagai media pembelajaran dikarenakan bentuk objek yang ditampilkan terlihat nyata[2][3].

Organisme tumbuhan adalah salah satu komponen makhluk hidup yang berada di alam semesta. Dalam konteks materi anatomi dibutuhkan gambaran langsung untuk memahami suatu pembelajaran dengan mudah. Maka awal dari permasalahan tersebut ini menjadi salah satu alasan saya memutuskan mengambil judul tersebut. Dengan memberikan pengembangan aplikasi yang saya buat diharapkan para siswa dapat lebih memahami dalam proses pembelajaran[4].

Oleh karena itu peneliti membuat salah satu aplikasi yang dapat menunjang pembelajaran siswa. Tumbuhan termasuk salah satu makhluk hidup di alam semesta. Sel – sel tersebut terdiri dari banyak bagian dalam tumbuhan. Pada materi anatomi dibutuhkan gambaran langsung untuk memahami suatu pembelajaran dengan mudah. Maka awal dari permasalahan tersebut ini menjadi salah satu alasan saya memutuskan mengambil judul tersebut. Dengan memberikan pengembangan aplikasi yang saya buat diharapkan para siswa dapat lebih memahami dalam proses pembelajaran[5][6].

Dengan mempertimbangkan masalah yang dihadapi dalam uraian diatas, penulis merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya untuk mendapatkan informasi yang relevan, diantaranya. Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Wendy, dan Yandi Hendra dengan judul Perancangan Augmented Reality Dalam Media Pembelajaran Sistem Anatomi[7]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi pembelajaran menggunakan augmented reality bagi para

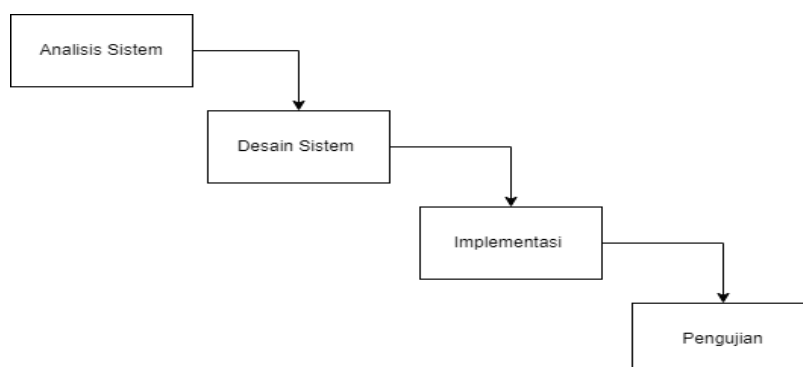
siswa dan siswi sekolah dasar , yaitu mengenalkan tentang sistem anatomi tumbuhan untuk sekolah dasar. Model pengembangan dalam penelitian ini menggunakan MDLC, metode MDLC menggunakan beberapa tahapan yaitu, concept, design, material collecting, assembly, dan testing. Hasil dari penerapan pembelajaran menggunakan Teknologi Augmented reality mampu memberikan visualisasi atau gambaran sehingga memudahkan proses belajar mengajar pada siswa sekolah dasar. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Fernandarisky, Mahmudi, dan Zulfia Zahro dengan judul Pengenalan Tanaman Obat Family Zingiberaceae Dan Manfaatnya Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android[8]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi pembelajaran menggunakan augmented reality pada jenjang sekolah menengah pertama (SMP) . Hasil dari penelitian ini berbentuk aplikasi pengenalan tanaman obat Family Zingiberaceae Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android mendapatkan kepuasan 72% dari masyarakat umum dan pelajar. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Asep Muhidin, dan Fathur Rezki Adha dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Sebagai Media Pembelajaran Mengenal Tanaman Untuk Anak Usia Dini Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android[9]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi bertemakan tanaman dapat meningkatkan aspek pembelajaran dan perkembangan pada anak usia dini . metode pengembangan dalam penelitian ini menggunakan metode air terjun (waterfall) . Adapun hasil dari penelitian ini meliputi aplikasi pembelajaran ARTanaman dengan perangkat android dengan baik. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Agustina, Mardianti, dan Fahmi Farid Aziz dengan judul Perancangan Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Jenis - Jenis Tanaman Herbal Berbasis Android[1]. Penelitian ini bertujuan untuk sebagai alat bantu pembelajaran menggunakan augmented reality . Metode dalam penelitian ini menggunakan MDLC, metode MDLC menggunakan beberapa tahapan yaitu, concept, design, material collecting, assembly, dan testing (Multimedia Development Life Cycle) . Adapun hasil dari penelitian ini meliputi aplikasi media pembelajaran pengenalan tanaman herbal berbentuk 2D. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Ria Mega Lestari, dan Muhammad Sholeh dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Tanaman Obat Tradisional berbasis Augmented Reality dengan Menggunakan Studio.Gometa.io *Design and build an Augmented Reality-based Introduction to Traditional Medicinal Plants Application by Using Studio.Gometa.io*[10]. Adapun hasil dari penelitian ini mengembangkan media pembelajaran menggunakan augmented reality dengan tujuan memudahkan pengguna untuk mendapatkan informasi. Metode penelitian dalam penelitian ini menggunakan Research and Development (R&D) . Adapun hasil dari penelitian ini meliputi aplikasi informasi mengenai berbagai jenis tanaman obat.

Kedua penelitian, baik yang kami lakukan maupun yang dibahas dalam jurnal, bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif menggunakan teknologi augmented reality. Namun, perbedaan terletak pada fitur yang disertakan. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini juga memanfaatkan teknologi Application Programming Interface (API) untuk mengatur informasi yang ditampilkan dalam aplikasi serta mengelola pertanyaan dalam mini game kuis. Ditambah dengan fitur berita terkini yang menjadi pembeda antara penelitian sebelumnya[7]. API digunakan sebagai antarmuka yang dibuat oleh pengembang sistem, memungkinkan pengaturan informasi jaringan tumbuhan serta pertanyaan kuis dan berita melalui web admin yang disediakan, dan akan diperbarui secara real-time.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Kegiatan atau serangkaian proses-proses yang dilakukan oleh peneliti dalam tahap penelitian untuk mengumpulkan data, menganalisis dan mencapai tujuan penelitian yang digambarkan pada gambar. Tahapan penelitian merupakan pondasi didalam penelitian ini, maka dari itu dalam bab metode penelitian berisikan tentang metode yang akan digunakan didalam penelitian. Penelitian ini menganut metode yang sistematis dan berurutan, dimulai dari perencanaan hingga pengelolaan (maintenance) dalam tahapan yang terstruktur. Proses pengembangan mengikuti urutan langkah-langkah yang jelas, dimulai dari perencanaan dan berlanjut ke tahap-tahap berikutnya secara bertahap. Untuk memahami lebih lanjut tentang pengembangan sistem menggunakan model waterfall, pengembang perlu memahami proses secara mendalam dan karakteristik unik yang melekat pada model tersebut[11][12]. Model ini waterfall ini akan membantu memahami proses didalam sebuah penelitian ini termasuk analisis sistem, desain sistem, implementasi, dan pengujian[13]. Metode waterfall yang digunakan dalam penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

a. Analisis Sistem

Analisis Sistem, pada tahapan ini peneliti melakukan proses identifikasi, meremuskan, dan menentukan letak masalah secara jelas dari beberapa masalah. Pada bagian analisis sistem ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu analisis fungsional dan analisis non fungsional. Analisis fungsional berisikan tentang kebutuhan yang nantinya akan digunakan didalam sistem aplikasi seperti kebutuhan masukan, kebutuhan proses dan iuran, sedangkan untuk analisis non fungsional meliputi kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan perangkat keras komputer dan android.

b. Desain Sistem

Desain Sistem, pada tahapan ini peneliti menentukan perencanaan dan pembuatan struktur kerangka desain menggunakan alat visual yang sangat efektif dalam memvisualisasikan interaksi, proses, serta struktur yang akan menjadi bagian dari aplikasi yang nantinya akan dibangun.

c. Implementasi

Tahap implementasi merujuk pada proses mengolah desain dan rencana teknologi augmented reality yang telah dibuat sebelumnya. Teknologi ini yang nantinya akan diterapkan didalam aplikasi, dimulai dengan merancang tampilan antarmuka pengguna (user interface) aplikasi, kemudian melanjutkan dengan implementasi dari rancangan objek 3D yang terintegrasi dengan database Vuforia untuk menampilkan objek tersebut menggunakan basis Markerbased Augmented Reality. Tahap implementasi juga melibatkan pengujian, pemecahan masalah, dan penyempurnaan kode untuk memastikan aplikasi berjalan dengan semestinya dan sesuai dengan yang diharapkan, nantinya akan memenuhi kebutuhan pengguna. Selain itu peneliti, melibatkan pelatihan pengguna akhir dan persiapan untuk peluncuran aplikasi.

d. Pengujian

Tahap pengujian sistem yang dilakukan peneliti guna menguji sistem didalam aplikasi. Dalam konteks ini, pengujian black box mengacu pada pengujian fungsional, di mana sistem diuji tanpa memperhatikan detail internal kode sumber atau struktur sistem, tetapi lebih berfokus pada fungsionalitasnya saat digunakan oleh pengguna. Hasil pengujian ini akan memberikan gambaran apakah aplikasi berjalan dengan lancar dan sesuai dengan ekspektasi pengguna[14].

2.2 Sumber Data

Dalam penelitian ini menggunakan satu jenis sumber data sekunder, data yang telah didapatkan oleh pihak lain sehingga peneliti bisa langsung mengolah data tersebut, data sekunder umumnya berbentuk diagram, tabel dan lain-lain. Peneliti menggunakan data dari situs resmi dan jurnal-jurnal yang ada untuk mendukung penelitian ini, yang mana situs tersebut terdapat informasi yang berkaitan dengan berbagai jenis tumbuhan[15].

2.2 Augmented Reality

Teknologi Augmented Reality bertujuan mengembangkan teknologi penggabungan secara real-time dengan dunia nyata yang dibuat oleh sistem komputer. Augmented Reality memberikan pengguna melihat objek secara lebih nyata dan memungkinkan pengguna melihat objek yang nyata[16]. Augmented Reality merupakan terobosan teknologi baru yang memberikan realistik pada suatu benda maya.

Metode Augmented Reality yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu, Marker Based Tracking adalah sebuah metode dalam AR yang membutuhkan marker atau penanda objek dua dimensi sebagai penanda yang nantinya akan dibaca oleh kamera biasanya sebuah marker atau penanda yang sering digunakan berupa QRCode hitam dan putih[17].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Perancangan Sistem

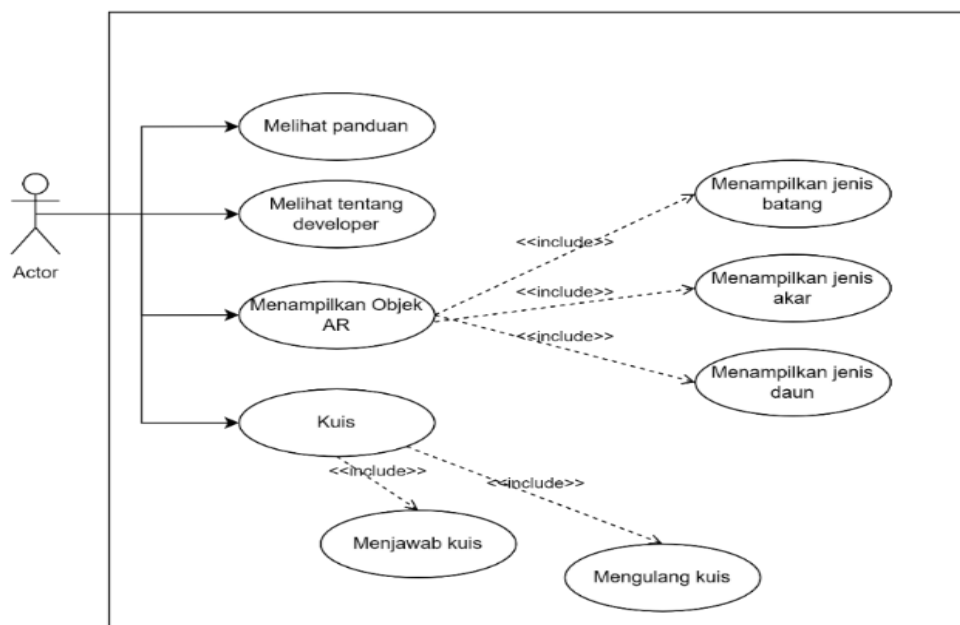
Pada analisis perancangan sistem ini sendiri berisikan tentang proses apa saja yang nantinya akan digunakan didalam aplikasi. Proses yang digunakan dalam pengembangan sistem informasi untuk memahami, merencanakan, dan merancang struktur serta fungsi sistem yang diinginkan[18].

3.2 Desain Sistem

Didalam desain sistem ini sendiri terdapat dua komponen yaitu, desain logik dan dan desain fisik. Dalam konteks ini, perancangan sistem melibatkan penggunaan tiga jenis diagram dalam Unified Modeling Language (UML), yaitu Use case diagram, activity diagram, dan class diagram[19][20].

a. Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara sistem dengan aktor yang terlibat. Diagram ini merepresentasikan bagaimana aktor-aktor berinteraksi dengan sistem yang akan diterapkan. Gambaran Use Case Diagram pada perancangan aplikasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

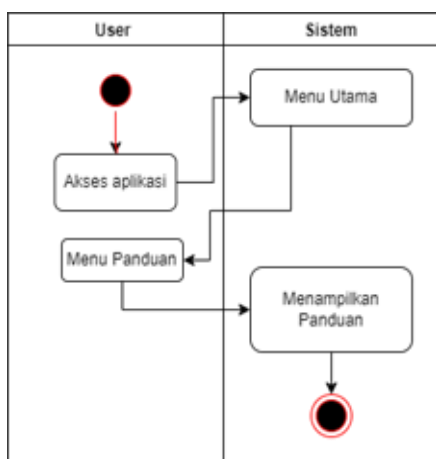


Gambar 2. Use Case Diagram

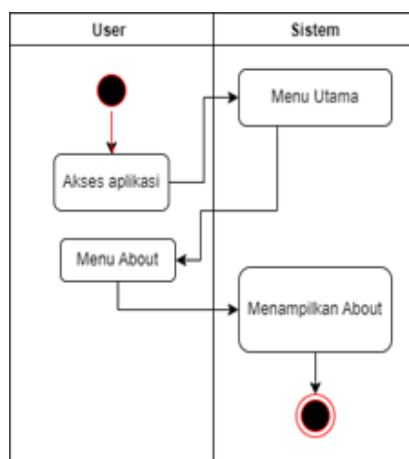
Use case diagram, yang tercantum dalam gambar 2 berisi penjabaran tentang menu yang dapat diakses oleh user diantaranya melihat panduan, melihat tentang developer, menampilkan objek AR, dan Kuis.

b. Activity Diagram

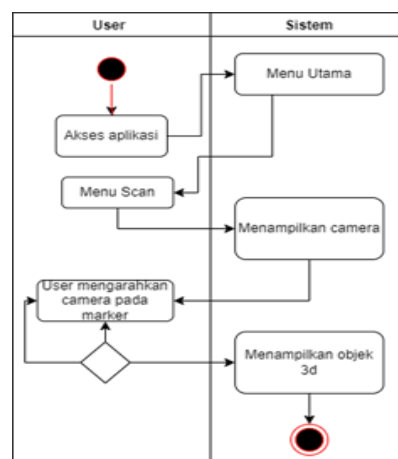
Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur kerja pada sistem yang dibuat oleh penulis. Activity Diagram atau biasa disebut dengan diagram aktivitas merupakan salah satu diagram UML yang menggambarkan tentang proses-proses apa saja yang terjadi pada sistem dan menyajikan model proses yang bergerak dari satu kegiatan ke kegiatan lainnya. Alur proses dari aplikasi yang telah dibuat tersedia dalam *Activity Diagram* yang tergambar dari Gambar 3 hingga Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 3. Activity Diagram Panduan



Gambar 4. Activity Diagram About

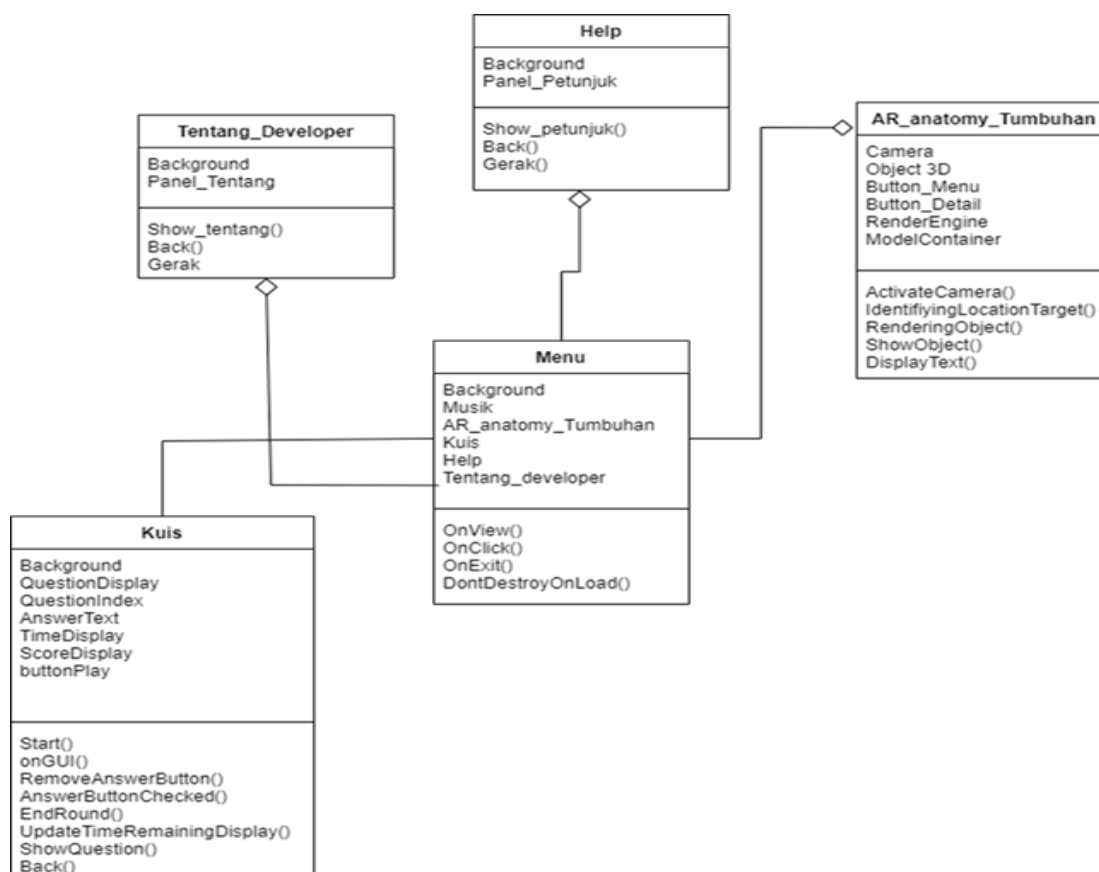


Gambar 5. Activity Diagram Scan

Activity diagram Panduan yang dapat dilihat pada gambar 3 berisi alur untuk mengakses menu panduan mulai dari user akses aplikasi hingga menampilkan panduan. Activity diagram about yang dapat dilihat pada gambar 4 berisi alur untuk mengakses menu about mulai dari user akses aplikasi hingga menampilkan *about*. Activity diagram Scan yang dapat dilihat pada gambar 5 berisi alur untuk mengakses menu scan mulai dari user akses aplikasi hingga menampilkan *scan*.

c. Class Diagram

Class Diagram menggambarkan kelas-kelas, atribut, serta hubungan antar kelas dalam sistem perangkat lunak. *Class Diagram* Ini membantu merancang struktur program pada aplikasi. Gambaran *Class Diagram* pada perancangan aplikasi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Class Diagram

Class diagram yang dijelaskan dalam gambar 6 menjelaskan tentang struktur, atribut, kelas, hubungan, dan metode yang digunakan dalam perancangan aplikasi.

Desain fisik aplikasi tahap dalam pengembangan perangkat lunak di mana konsep-konsep dan rencana yang telah dibuat dalam desain logik diterjemahkan menjadi detail teknis yang lebih spesifik. Mencakup perencanaan antarmuka pengguna dan segala hal yang diperlukan untuk membangun aplikasi.

a. Halaman Utama

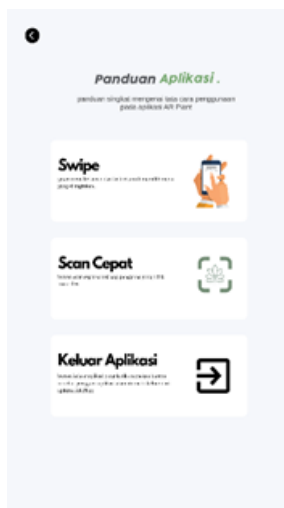
Halaman utama terdapat beberapa menu yang berisikan menu scan tumbuhan berfungsi ketika user ingin menampilkan 3D object, panduan aplikasi, tentang developer, berita unik, dan kuis. Tampilan halaman utama pada aplikasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Menu Utama

b. Halaman Panduan

Halaman panduan berisikan tentang bagaimana cara menggunakan aplikasi ARPlant peneliti membuat agar memudahkan user memahami cara penggunaan pada aplikasi ARPlant. Pada halaman panduan juga terdapat button kembali untuk kembali ke menu utama. Tampilan halaman panduan pada aplikasi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Menu Panduan

c. Halaman Tentang Developer

Halaman tentang developer berisikan tentang profil singkat mengenai developer, pada halaman tentang developer juga terdapat button kembali ke menu utama. Tampilan pada halaman tentang developer dapat dilihat pada gambar



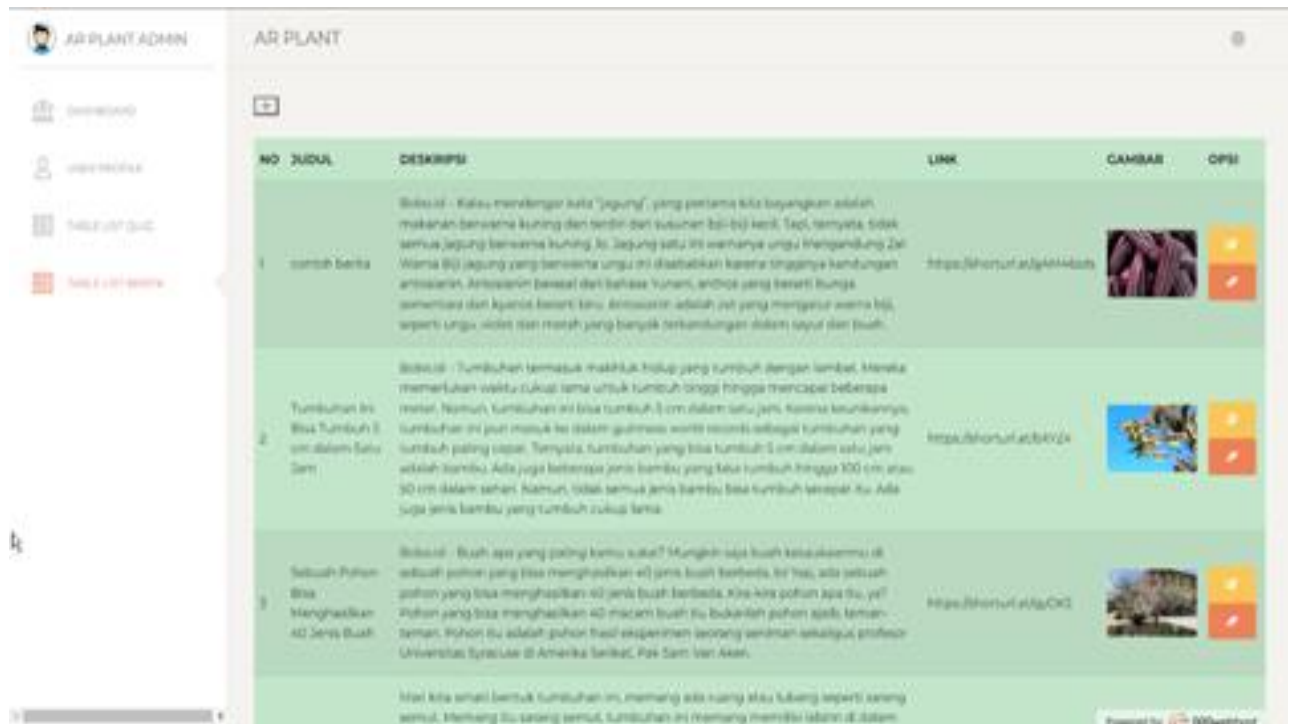
Gambar 9. Tampilan Menu Tentang Developer

d. Halaman Kuis

Halaman kuis berisikan tentang soal-soal yang disediakan yang ditujukan untuk para siswa atau siswi yang berhasil mempelajari sebuah materi di halaman scan diharapkan fitur kuis ini dapat membantu mengingat materi yang diberikan dan dapat melatih dengan cara menjawab soal-soal yang diberikan. Tampilan pada halaman kuis dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Kuis



Gambar 14. Web Berita

Gambar 13 merupakan tampilan web kuis yang ditujukan kepada admin agar lebih memudahkan untuk mengatur soal dan jawaban pada aplikasi utama, gambar 14 merupakan tampilan web berita ditujukan kepada admin agar lebih memudahkan untuk mengatur berita dan gambar berita terkini didalam aplikasi.

3.3 Pengujian

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menambahkan satu fitur baru pada aplikasi ARPlant, yaitu fitur kuis. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengedit, menambahkan, atau menghapus kuis didalam sebuah web yang dikhususkan untuk admin. Dalam hal aplikasi AR (Augmented Reality) Plant, metode "black box" digunakan untuk menguji aplikasi dengan fokus pada interaksi pengguna dengan fungsi-fungsi yang ada tanpa perlu memahami detail teknis implementasinya. Berikut adalah hasil dari menggunakan metode "black box" pada aplikasi AR Plant Augmented Reality[14][21][22].

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box Aplikasi Mobile

Aksi Aktor	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
Memilih salah satu pilhan didalam menu	Menampilkan menu yang diharapkan setelah user memilih satu menu	Tampil menu yang di inginkan	Berhasil
Menekan <i>button</i> panduan aplikasi	Menampilkan isi tentang cara penggunaan aplikasi	Tampil menu panduan aplikasi	Berhasil
Menekan <i>button</i> tentang developer	Menampilkan profil singkat tentang developer	Tampil menu tentang developer	Berhasil
Menekan <i>button</i> baca berita lebih lengkap	Menampilkan berita berita unik yang disediakan	Tampil menu berita	Berhasil
Menekan <i>button</i> kuis	Menampilkan halaman kuis	Tampil menu kuis	Berhasil
Menekan <i>button</i> exit	Sistem akan menampilkan dua pilihan yaitu batal atau exit	Tampil dua pilihan exit atau batal	Berhasil

Hasil pengujian black box pada aplikasi mobile menunjukkan bahwa kesesuaian antara hasil yang diharapkan dengan yang diperoleh telah sesuai. Ini berarti bahwa aplikasi telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Black Box Web Admin

Aksi Aktor	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
Edit data berita	Berhasil mengubah data berita	Data berita berhasil dirubah	Berhasil
Hapus data berita	Menghapus data berita	Berhasil menghapus data berita	Berhasil
Menambahkan data berita	Menambah data berita	Berhasil menambah data berita	Berhasil
Edit data kuis	mengubah data kuis	Data kuis berhasil dirubah	Berhasil
Hapus data kuis	Menghapus data kuis	Berhasil menghapus data berita	Berhasil

Menambahkan data kuis	Menambah data kuis	Berhasil menambah data kuis	Berhasil
-----------------------	--------------------	-----------------------------	----------

Hasil pengujian black box pada web admin menunjukkan bahwa kesesuaian antara hasil yang diharapkan dengan yang diperoleh telah sesuai. Ini berarti bahwa aplikasi telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

4. KESIMPULAN

Melalui pengembangan aplikasi ARPlant, penelitian ini berhasil menunjukkan potensi besar AR dalam mendukung pembelajaran yang interaktif dan menarik bagi pengguna. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk langsung melihat struktur internal tumbuhan menggunakan perangkat mobile, menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan efisien. Dalam penelitian ini, penulis berhasil menggabungkan teknologi AR dengan informasi yang relevan tentang tumbuhan, seperti jenis, morfologi, dan fungsi. Pengembangan fitur kuis dalam aplikasi ARPlant juga memberikan dimensi tambahan dalam pembelajaran, memungkinkan pengguna untuk menguji pengetahuan mereka secara interaktif. Meskipun demikian, penelitian ini menghadapi beberapa tantangan, termasuk keterbatasan teknis dalam mengenali objek tumbuhan dengan akurasi dan keterbatasan dalam konten informasi yang tersedia dalam aplikasi. Oleh karena itu, terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan kualitas pengenalan objek, menambahkan konten tumbuhan yang lebih lengkap, dan menyempurnakan fitur-fitur interaktif dalam aplikasi. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperluas pemahaman tentang potensi penggunaan AR dalam konteks pembelajaran tumbuhan. Diharapkan bahwa hasil dan pengalaman dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang pendidikan biologi, serta mendorong inovasi dalam pemanfaatan teknologi AR dalam pendidikan dan ilmu pengetahuan.

REFERENCES

- [1] D. Agustina, A. Mardianti, and R. Fahmi Farid Aziz, 'Perancangan Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Jenis - Jenis Tanaman Herbal Berbasis Android', *Seri Pros. Semin. Nas. Din. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 218–221, 2020, [Online]. Available: <http://prosiding.senadi.upy.ac.id/index.php/senadi/article/view/160/151>
- [2] R. Seviana, 'Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality pada Pembelajaran Geografi Materi Planet di Tata Surya', *Geodika J. Kaji. Ilmu dan Pendidik. Geogr.*, vol. 6, no. 2, pp. 198–208, 2022, doi: 10.29408/geodika.v6i2.6122.
- [3] N. I. Larasati and N. Widyasari, 'Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Terhadap Peningkatan Pemahaman Matematis Siswa Ditinjau Dari Gaya Belajar', *FIBONACCI J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, vol. 7, no. 1, p. 45, 2021, doi: 10.24853/fbc.7.1.45-50.
- [4] R. Efendi, 'Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Untuk Deteksi Pengenalan Tanaman Obat Berbasis Android', *IKRA-ITH Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–45, 2020, [Online]. Available: rizalefendi248@gmail.com
- [5] A. Puspitasari, B. Rudianto, and M. A. Prasetya, 'Game Edukasi Pengenalan Tumbuhan Untuk Anak Sekolah Dasar Kelas 3 Berbasis Augmented Reality', *JIKA (Jurnal Inform.)*, vol. 6, no. 1, p. 10, 2022, doi: 10.31000/jika.v6i1.5155.
- [6] K. N. Y. Wardani, 'Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Tumbuhan Bunga Langka Di Lindungi (Studi Kasus: Kelas Iv Sdn 03 Sidodadi)', *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 4, pp. 473–490, 2021.
- [7] T. Sekolah et al., 'Perancangan Augmented Reality Dalam Media Pembelajaran Sistem Anatomi', *J. Inf. Syst. Technol.*, vol. 01, no. 02, pp. 1–15, 2020.
- [8] O. N. Fernandarisky, A. Mahmudi, and H. Zulfia Zahro', 'Pengenalan Tanaman Obat Family Zingiberaceae Dan Manfaatnya Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android', *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 4, no. 1, pp. 364–372, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i1.2322.
- [9] F. R. A. Asep Muhidinl, 'Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Sebagai Medua Pembelajaran Mengenal Tanaman Untuk Anak Usia Dini Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android', vol. 10, no. 2, pp. 143–151, 2020.
- [10] R. M. Lestari and M. Sholeh, 'Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Tanaman Obat Tradisional berbasis Augmented Reality dengan Menggunakan Studio.Gometa.io Design and build an Augmented Reality-based Introduction to Traditional Medicinal Plants Application by Using Studio.Gometa.io', *Semin. Nas. Multimed. Artif. Intell. SMAI*, vol. 2021, p. 55, 2021, [Online]. Available: <https://papersmai.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/smai/article/view/89>
- [11] A. A. Wahid, 'Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi', *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, no. November, pp. 1–5, 2020.
- [12] D. S. Purnia, A. Rifai, and S. Rahmatullah, 'Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android', *Semin. Nas. Sains dan Teknol.* 2019, pp. 1–7, 2019.
- [13] A. Nurseptaji, 'Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan', *J. Dialekt. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 49–57, 2021, doi: 10.24176/detika.v1i2.6101.
- [14] A. Ijudin and A. Saifudin, 'Pengujian Black Box pada Aplikasi Berita Online dengan Menggunakan Metode Boundary Value Analysis', *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 1, p. 8, 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i1.3717.
- [15] Y. S. Siregar, M. Darwis, R. Baroroh, and W. Andriyani, 'Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan Media Pembelajaran yang Menarik pada Masa Pandemi Covid 19 di SD Swasta HKBP 1 Padang Sidempuan', *J. Ilm. Kampus Mengajar*, no. 2, pp. 69–75, 2022, doi: 10.56972/jikm.v2i1.33.
- [16] N. Nurrisma, R. Munadi, S. Syahrial, and E. D. Meutia, 'Perancangan Augmented Reality dengan Metode Marker Card Detection dalam Pengenalan Karakter Korea', *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.30872/jim.v16i1.5152.
- [17] I. K. A. A. Putra and I. G. N. A. C. Putra, 'Development of Augmented Reality Application for Canang Education Using Marker-Based Tracking Method', *JELIKU (Jurnal Elektron. Ilmu Komput. Udayana)*, vol. 9, no. 3, p. 365, 2021, doi: 10.24843/jlk.2021.v09.i03.p07.
- [18] A. Asril, 'Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Berobat Karyawan', *Simtika*, vol. 3, no. 2, pp. 28–33,

- 2020, [Online]. Available: <http://lppm.undhari.ac.id/ejournal/index.php/simtika/article/view/74%0Ahttp://lppm.undhari.ac.id/ejournal/index.php/simtika/article/download/74/53>
- [19] t bayu Kurniawan and Syarifuddin, 'Perancangan Sistem Aplikasi Pemesanan Makanan dan Minuman Pada Cafeteria NO Caffee di TAnjung Balai Karimun Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP dan MySQL', *J. Tikar*, vol. 1, no. 2, pp. 192–206, 2020, [Online]. Available: https://ejurnal.universitaskarimun.ac.id/index.php/teknik_informatika/article/download/153/121
- [20] Y. Maelani *et al.*, 'Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Dalam Pengenalan Buah-Buahan (Kasus Paud Hidayatul Burhan)', *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 911–924, 2021.
- [21] Uminingsih, M. Nur Ichsanudin, M. Yusuf, and S. Suraya, 'Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula', *STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.55123/storage.v1i2.270.
- [22] W. Yahya Dwi and A. Muna Wardah, 'Pengujian Blackbox Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Pt Inka (Persero) Berbasis Equivalence Partitions Blackbox Testing of Pt Inka (Persero) Employee Performance Assessment Information System Based on Equivalence Partitions', *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 22–26, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/digital>