

Pengembangan *Markerless Augmented Reality* sebagai Media untuk Visualisasi Struktur dan Fungsi Tumbuhan untuk Siswa SD

Syarif Fathin Ramadhan^{1✉}, Ahmad Chamsudin²

¹Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan A. Yani No. 157, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan A. Yani No. 157, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Indonesia

✉Email korespondensi: Syarif.f.ramadhany@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini dilatar belakangi dengan minimnya media pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran siswa di SD Negeri Jetis 02 Baki Sukoharjo. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality* (AR) yang dirancang untuk siswa di SD Negeri Jetis 02 Baki Sukoharjo. Melalui teknologi *Markerless Augmented Reality* yang dilengkapi dengan audio penjelasan, gambar 3 dimensi, dan quiz interaktif, anak-anak dapat memahami struktur dan fungsi pada tumbuhan tersebut. Penelitian menggunakan metode pengembangan SDLC model waterfall (*Requirments Definition, System and Software Design, Impementation and Unit Testing, Integration and System testing, Operation and Maintenance*). Media ini diujicobakan secara perorangan untuk memperoleh respon dari pengguna, yang pertama diujicobakan kepada dua Dosen dari Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta, rata rata hasil angket pengujian ahli media yang diberikan mendaptkan total nilai 71 jika diubah menjadi persentase maka sebesar 88,75% yang dinyatakan Sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran siswa. Yang kedua diujicobakan kepada dua guru dari di SD Negeri Jetis 02 Baki Sukoharjo mendapatkan nilai hasil rata-rata pengujian ahli materi yang diberikan mendaptkan total nilai 80,5 jika diubah menjadi persentase maka sebesar 94,7% yang dinyatakan sangat layak untuk digunakan sebagai materi pembelajaran siswa. Hasil pengujian black box terhadap dua orang pengguna android yang berbeda telah mencapai 100% tidak mengalami kendala atau bug ketika melakukan instalasi aplikasi ini. Hasil pengujian *pre-test* dan *post-test* terhadap siswa menggunakan 10 jenis



soal telah mencapai nilai (Gain Score = 4,2), dan (N-Gain = 0,73) maka hasilnya dapat meningkatkan pemahaman siswa. Pada tahap uji usability dilakukan pada 10 responden, dengan menggunakan angket SUS (*System Usability Scale*) yang sudah di sesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa menghasilkan skor rata – rata 80,75. Mengacu pada tabel SUS Score tersebut termasuk dalam kategori grade scale “B” yaitu “EXCELLENT” sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi “AR Plant” dapat diterima.

Kata Kunci: Media Pembelajaran; Markerless Augmented Reality; Struktur Tumbuhan

PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri 4.0 segala sesuatu yang tampak abstrak dan mustahil diwujudkan pada era ini melalui dunia virtual, 3D, bioteknologi serta robot kecerdasan buatan. Suatu hal yang bersifat abstrak dapat ditampilkan secara fisik dan menarik melalui interaksi dan kolaborasi antara mesin, IoT dan manusia (Negeri et al., 2023). Dunia pendidikan mengalami tantangan yang sangat besar terhadap perubahan elemen-elemen pendidikan seperti kurikulum, modul ajar, media ajar, model mengajar. Media pembelajaran adalah suatu alat atau suatu sarana dalam menyalurkan dan menyampaikan materi atau isi yang dapat merangsang pikiran dari siswa. Dalam pendidikan dibutuhkan media pembelajaran yang efektif, inovatif dan dapat menarik minat peserta didik untuk semangat belajar.

Media pembelajaran adalah suatu alat atau suatu sarana dalam menyalurkan dan menyampaikan materi atau isi yang dapat merangsang pikiran dari siswa. Dengan itu kegiatan belajar mengajar dapat berjalan secara efektif dan tujuan dari pembelajaran dapat tercapai dengan sempurna (Zahwa et al., 2022). Menggunakan media yang tepat dapat mempersingkat pegangan belajar. Untuk guru, media pembelajaran memiliki efek mengkonkretkan ide dan memiliki dampak mendorong pembelajaran individu yang aktif. Untuk siswa, media dapat menjadi peranan serta pegangan berpikir dan bertindak yang sangat mendasar (Husna dan Supriyadi, 2023).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cabang ilmu yang mempelajari keadaan yang terjadi di alam, mencakup pada bidang fisika, kimia, biologi, bumi dan ruang semesta. Melalui IPA segala kejadian alam di muka bumi ini bisa dilakukan pengamatan dan percobaan secara sistematis (Irawan dan Yatri, 2022). Klasifikasi struktur dan fungsi tumbuhan merupakan materi yang di dalamnya memberikan pelajaran kepada siswa



untuk mencari dan memahami sesuatu yang dilihatnya baik secara langsung dan tidak langsung.

Dengan ini, media pembelajaran inovatif seperti Augmented Reality sangat diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran. AR adalah teknologi yang menyatukan benda maya 2D dan 3D dalam realitas dan memproyeksikannya secara real time (Wirayudi Aditama et al., 2019). Modul pelajaran Augmented Reality dapat menjadi media pembelajaran yang efektif, interaktif, dan menarik bagi siswa, sesuai dengan gaya belajar visual pada masa sekarang (Andriani, Lisa, et al., 2024)

Namun, siswa seringkali mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak yang terkait dengan struktur dan fungsi tumbuhan. Ada berbagai macam persoalan yang menyebabkan terjadinya faktor ini, seperti kurangnya media pembelajaran yang digunakan dan kurangnya fasilitas untuk mengvisualisasi materi yang menarik untuk siswa (Tahta Alfina et al., 2024). Dengan ini, media pembelajaran inovatif seperti *Augmented Reality* sangat diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran. AR adalah teknologi yang menyatukan benda maya 2D dan 3D dalam realitas dan memproyeksikannya secara real time (Wirayudi Aditama et al., 2019). Dalam konteks ini, Markerless Augmented Reality hadir sebagai solusi yang menarik. Markerless Augmented Reality merupakan teknik di mana pengguna tidak perlu lagi menggunakan marker atau penanda (Endra dan Dian, 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan media pembelajaran yang menyenangkan dan partisipatif bagi siswa, dengan menggunakan *Markerless Augmented Reality* dalam mata pelajaran IPA tentang struktur dan fungsi tumbuhan. Dengan memanfaatkan teknologi *Markerless Augmented Reality* yang inovatif ini, diharapkan siswa dapat lebih mudah mengenal dan memahami struktur dan fungsi tumbuhan, sehingga akan meningkatkan minat belajar siswa agar tercapai prestasi belajar mereka dalam pelajaran IPA.

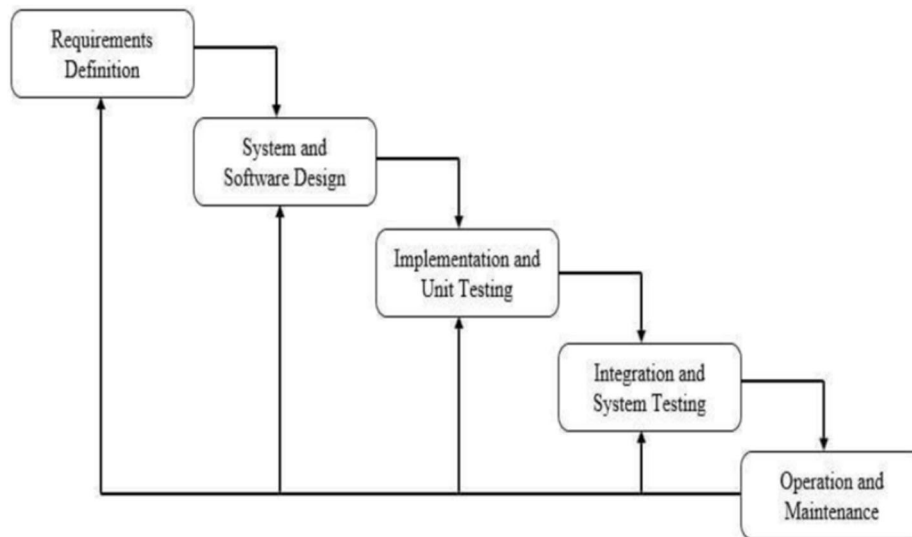
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) atau penelitian dan pengembangan yang merupakan suatu metode ilmiah yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan mengembangkan produk-produk inovatif yang dapat memberikan kontribusi positif dalam berbagai aspek kehidupan (Mesra et al., 2023). Penelitian ini menciptakan produk Markerless Augmented Reality dalam materi pengenalan struktur dan fungsi tumbuhan dengan tujuan meningkatkan pemahaman siswa SD Negeri Jetis 02 Baki Sukoharjo.



A. Model Pengembangan

Dengan menggunakan metode *Research and Development (R&D)* model *System Development Life Cycle (SDLC)* dengan model *waterfall*. Dengan demikian hasilnya akan fokus pada setiap tahap sehingga pengerjaan dapat dilakukan dengan maksimal.



Gambar 1. Model Pengembangan SDLC

Pengembangan SDLC model *waterfall* untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, pengembangan ini meliputi yaitu:

1. *Requirments Definition*

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan sistem berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Peneliti melakukan observasi langsung ke sekolah untuk memahami permasalahan dalam pembelajaran serta menggali kebutuhan siswa dan guru. Selain itu, kajian pustaka dilakukan untuk memperkuat landasan teori dan mencari referensi yang relevan. Informasi ini menjadi dasar untuk merumuskan spesifikasi kebutuhan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan.

2. *System and Software Design*

Pada tahap ini, peneliti mulai membuat desain awal produk pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality (AR)*. Desain ini meliputi struktur tampilan, alur navigasi, interaksi pengguna, dan pemilihan teknologi yang sesuai. Perancangan dilakukan untuk memastikan produk yang dihasilkan akan memiliki fungsionalitas dan tampilan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

3. *Implementation and Unit Testing*

Peneliti mulai mengembangkan atau membangun perangkat lunak secara bertahap. Setiap komponen atau modul diuji secara individual (*unit testing*) untuk memastikan



bahwa bagian tersebut berfungsi sebagaimana mestinya. Hasil dari tahap ini adalah produk awal dari media pembelajaran yang telah dapat dijalankan secara teknis.

4. *Integration and System Testing*

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh oleh ahli media dan ahli materi. Tujuannya adalah memastikan bahwa media pembelajaran berjalan dengan baik, sesuai spesifikasi, serta efektif dan layak digunakan dalam konteks pembelajaran. Uji coba ini juga dapat mengidentifikasi kelemahan atau kesalahan sebelum produk disebarluaskan.

5. *Operation and Maintenance*

Media pembelajaran yang telah selesai dikembangkan akan digunakan oleh pengguna sesuai tujuan awal. Selain itu, jika ditemukan kekurangan, kesalahan, atau masukan selama penggunaan, peneliti akan melakukan perbaikan (maintenance). Proses ini penting untuk menjamin keberlanjutan dan peningkatan kualitas media pembelajaran dalam jangka panjang.

HASIL

1. *Requirments Definition (Analisis Kebutuhan)*

Tahapan ini bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan serta merumuskan masalah yang menjadi dasar dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality*.

a. **Analisis Awal**

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada dalam pembelajaran struktur dan fungsi pada tumbuhan. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru, ditemukan bahwa siswa kurang tertarik dan mengalami kesulitan dalam belajar materi struktur dan fungsi tumbuhan karena keterbatasan media pembelajaran yang digunakan. Guru masih menerapkan pendekatan pengajaran konvensional dengan menggunakan buku paket, sehingga membuat kegiatan belajar mengajar kurang menarik dan interaktif. Dampaknya siswa merasa jenuh dan sering hilang fokus saat kegiatan belajar berlangsung.

b. **Analisis Karakter Peserta Didik**

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik siswa, seperti gaya belajar, tingkat pemahaman, serta minat mereka terhadap teknologi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa siswa cenderung lebih menyukai metode pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif daripada pendekatan konvensional. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi *Markerless Augmented*



Reality diharapkan mampu meningkatkan ketertarikan siswa dalam mempelajari struktur pada tumbuhan.

c. Analisis Tugas

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi keterampilan dan pengetahuan yang harus dikuasai siswa setelah menggunakan media pembelajaran ini. Dalam hal ini, siswa diharapkan dapat mengenal dan memahami bagian-bagian penyusun tubuh tumbuhan.

d. Analisis Konsep

Tujuan dari analisis ini adalah untuk memetakan materi struktur tumbuhan yang akan disajikan dalam media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality*. Materi ini mencakup informasi tentang bagian-bagian penyusun tubuh tumbuhan beserta fungsinya.

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan tujuan yang diharapkan setelah penggunaan media pembelajaran ini. Dengan adanya media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality*, diharapkan siswa dapat memahami dan mengidentifikasi serta meningkatkan minat belajar mereka dalam materi struktur tumbuhan dengan lebih baik.

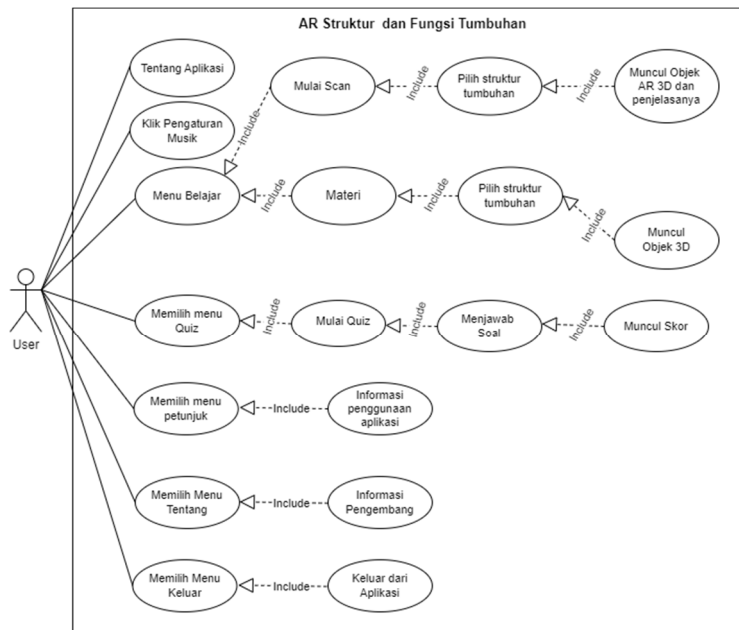
2. System and Software Design (Desain Sistem)

Tahapan ini merupakan bagian penting dalam proses pengembangan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality*, dengan tujuan untuk mendesain sistem serta antarmuka aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada tahap ini, dilakukan beberapa perancangan, seperti *use case*, diagram aktivitas, dan *wireframe* aplikasi.

a. Perancangan Use Case

Pada tahap ini, dilakukan perancangan *Use Case* untuk menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem yang sedang dikembangkan. *Use Case* berperan sebagai gambaran proses bisnis dan alur kerja sistem, sehingga membantu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai cara kerja sistem. Proses perancangan ini dimulai dengan mengidentifikasi aktor yang terlibat, seperti pengguna utama, administrator, serta pihak lain yang berperan. Setelah itu, setiap skenario interaksi antara aktor dan sistem dituangkan ke dalam diagram *Use Case*, yang memuat deskripsi kasus penggunaan, hubungan antar aktor, serta alur utama dan alternatif dari sistem.





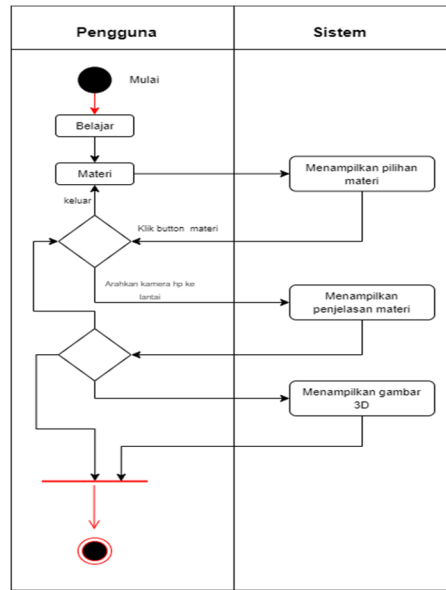
Gambar 2. Perancangan *Use Case*

Gambar diatas menggambarkan hubungan interaksi antara *user* dapat bermain, melihat informasi petunjuk, bermain *quiz*, melihat informasi *develope*, dan keluar dari game.

b. Perancangan Diagram Activity

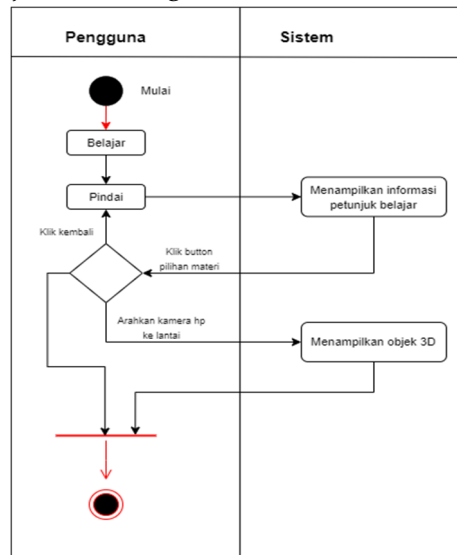
Pada tahap ini, dibuat *Activity Diagram* untuk menunjukkan alur proses atau aktivitas dalam sistem yang sedang dikembangkan. Diagram ini digunakan untuk mempresentasikan secara visual urutan tahapan dalam suatu aktivitas, termasuk percabangan keputusan, proses berulang, serta interaksi antara berbagai komponen dalam sistem.





Gambar 3. Diagram *Activity* Halaman Mulai

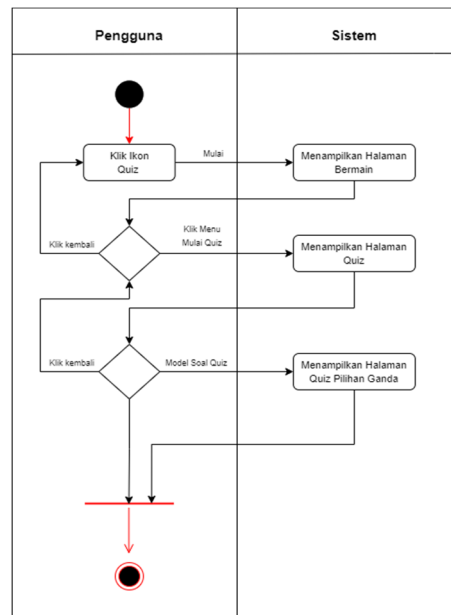
Gambar 3 merupakan diagram *activity* mulai. Diawali dengan pengguna mengeklik *button* Belajar kemudian memilih materi, selanjutnya akan tampil pilihan materi yang bisa dipelajari pengguna. Aplikasi akan mersepon dengan menampilkan penjelasan dan gambar 3D.



Gambar 4. Diagram *Activity* Menu Pindai

Gambar 4 merupakan diagram *Activity* menu pindai. Pengguna mengeklik *button* Belajar dan Pindai, kemudian akan tampil petunjuk pindai. Selanjutnya pengguna mengeklik *button* pilihan untuk pindai. Aplikasi akan merespon dengan menampilkan objek 3D struktur tumbuhan.



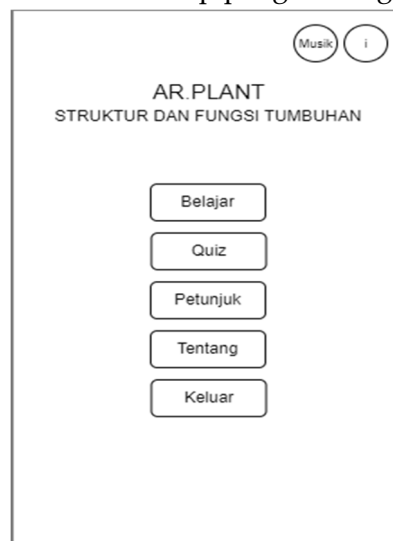


Gambar 5. Diagram Activity Halaman Quiz

Gambar 5 merupakan diagram *activity* halaman quiz. Diawali dengan pengguna mengeklik button quiz, aplikasi akan merespon dengan menampilkan halaman quiz untuk mengerjakan soal pilihan ganda.

c. Perancangan Wireframe

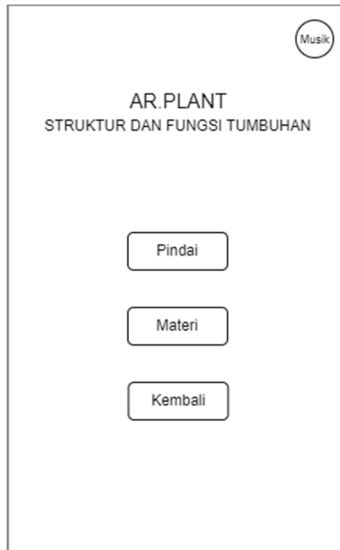
Pada tahap ini, disusun *Wireframe* sebagai rancangan awal yang menggambarkan tampilan antarmuka pengguna (*User Interface/UI*) dari sistem yang dikembangkan. Wireframe berperan sebagai sketsa visual yang menunjukkan susunan halaman, letak komponen utama, serta jalur navigasi aplikasi, sebelum sistem masuk ke tahap pengembangan lebih lanjut.



Gambar 6. Wireframe Menu Utama

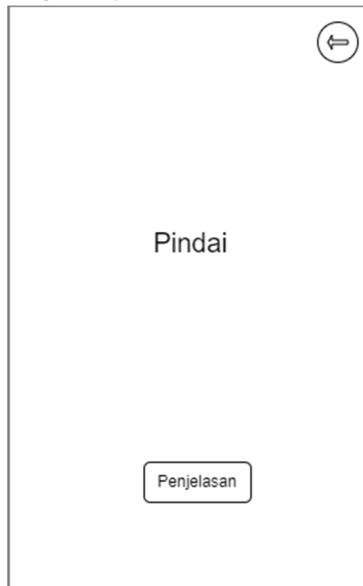


Gambar 6 merupakan *wireframe* menu utama. Dalam menu utama terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing, setiap tombol akan berpindah halaman yang dituju.



Gambar 7. Wireframe Menu Belajar

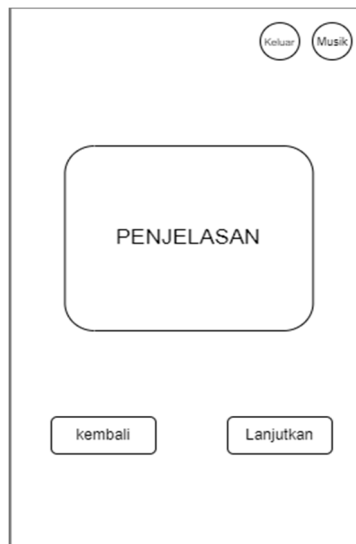
Gambar 7 merupakan *wireframe* Menu Belajar. Dalam menu belajar terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing, setiap tombol akan berpindah halaman yang dituju.



Gambar 8. Wireframe Menu Pindai

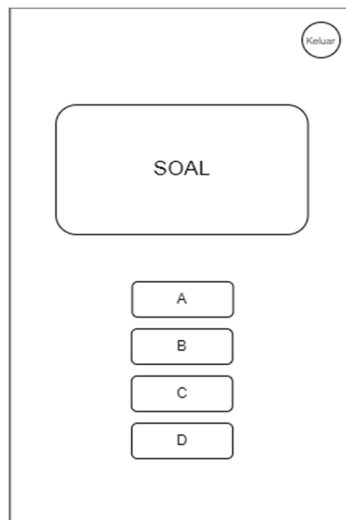
Gambar 8 merupakan *wireframe* menu pindai. Dalam menu pindai terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing, dan pada halaman inilah untuk menampilkan objek 3 Dimensi dari kamera memindai dan di arahkan ke lantai.





Gambar 9. Wireframe Menu Materi

Gambar 9 merupakan *wireframe* penjelasan materi. Dalam halaman ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing, pada halaman ini akan menampilkan penjelasan tentang materi yang di pilih.



Gambar 10. Wireframe Quiz

Gambar 10 merupakan wireframe quiz. Pada menu ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsinya masing-masing. Setiap tombol berfungsi untuk pilihan ganda jawaban dari soal diatas.

3. Implementation and Unit Testing

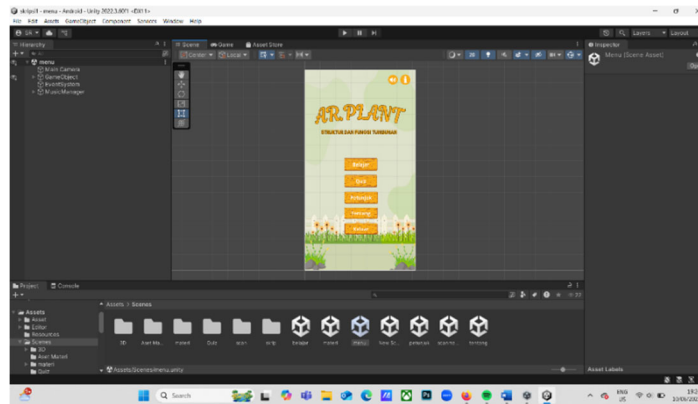
Tahap ini berpusat pada pengembangan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality (AR)* berdasarkan rancangan yang telah disusun. Ini merupakan



fase di mana media diimplementasikan secara konkret, hingga akhirnya siap untuk melalui pengujian dan dimanfaatkan oleh para siswa.

a. Pengembangan Media

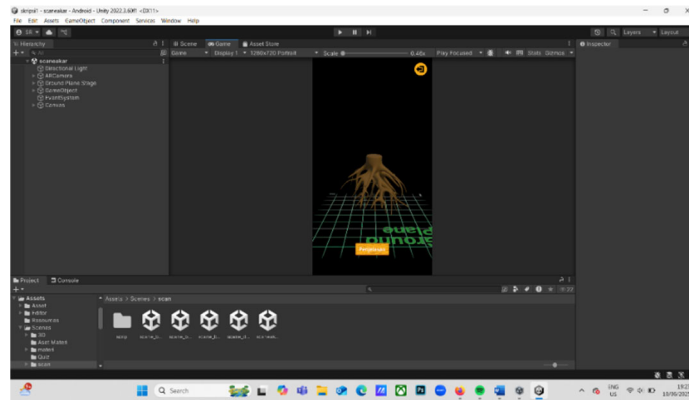
Pada tahap pengembangan media, peneliti membuat aplikasi media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality* (AR) menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi processor *Intel(R) Core(TM) i5-10300H CPU @ 2.50GHz 2.50 GHz*, RAM: *8GB DDR4 (onboard)*, *256GB M.2 NVMe™ PCIe® 3.0 SSD*. Media pembelajaran Game edukasi ini diberi nama dengan “AR Plant”, Setelah seluruh kebutuhan dan rancangan tersusun rapi pada tahap desain sebelumnya, proses pembuatan media pembelajaran ini dimulai. Pengembangan akan dilakukan menggunakan aplikasi *Unity*, diawali dengan inisiasi proyek baru di dalamnya.



Gambar 11. Pembuatan Layout Halaman Utama Aplikasi

Gambar 11 merupakan tampilan untuk pembuatan halaman menu pada aplikasi. Di sini, pengembang menempatkan berbagai elemen visual, seperti tombol dan mengatur tata letak keseluruhan. Tujuan utama tahap ini adalah menciptakan tampilan yang mudah dinavigasi oleh pengguna. Setiap tombol didesain dengan fungsi spesifik, misalnya untuk menuju halaman pembelajaran, pengaturan, atau informasi lainnya. Selain fungsionalitas, estetika dan keterbacaan juga menjadi perhatian agar menu terlihat menarik dan mudah dipahami pengguna.





Gambar 12. Pengaturan 3D Object dengan Markerless

Unity Engine memungkinkan sinkronisasi realistis posisi, orientasi, dan skala objek 3D, membuatnya terlihat menyatu dengan dunia nyata. Pendekatan *markerless* ini menawarkan pengalaman interaktif yang lebih fleksibel dan imersif, memungkinkan objek 3D berfungsi sebagai alat pembelajaran visual yang menarik, serta meningkatkan pemahaman dan keterlibatan pengguna dalam aplikasi AR.

b. Hasil Pengembangan Media

Pada tahap ini, peneliti telah sukses mengembangkan aplikasi media pembelajaran berbasis Android. Aplikasi ini dirancang agar berfungsi sesuai dengan beragam versi sistem operasi Android, mulai dari versi lama hingga terbaru. Tujuannya adalah untuk memastikan aksesibilitas seluas mungkin bagi pengguna, termasuk guru dan siswa, terlepas dari perbedaan spesifikasi perangkat atau versi Android yang mereka gunakan.

Berikut merupakan hasil pengembangan media pembelajaran AR Plant untuk struktur dan fungsi tumbuhan:





Gambar 13. Halaman Menu Utama

Pada gambar 13 merupakan tampilan menu utama aplikasi, terdapat 7 tombol dengan fungsi yang berbeda-beda. Pertama, tombol belajar yang berfungsi untuk masuk ke halaman materi dan pindai. Kedua, tombol quiz yang berfungsi untuk masuk dan memulai quiz. Ketiga, tombol petunjuk yang berfungsi untuk masuk ke halaman informasi petunjuk. Keempat, tombol tentang berfungsi untuk masuk ke halaman informasi tentang pengembang. Kelima, tombol keluar berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Keenam, tombol musik berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan musik. Ketujuh, tombol informasi berfungsi untuk masuk ke halaman informasi.





Gambar 14. Halaman Materi

Pada gambar 14 merupakan tampilan dari halaman materi. Dalam halaman ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsinya masing-masing. Pertama, tombol arah panah kiri berfungsi untuk kembali ke halaman sebelumnya. Kedua, tombol musik berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan musik. Dan ada lima tombol yang berfungsi memilih dan menuju ke pindai materi.

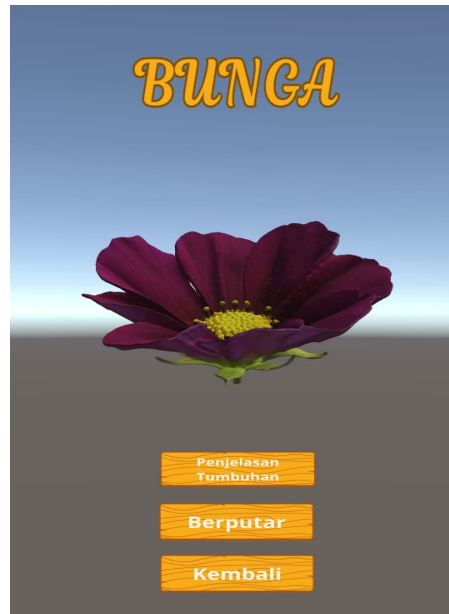


Gambar 15. Halaman Menu Pindai AR

Pada gambar 15 merupakan halaman menu untuk pindai AR *Markerless* materi. Dalam menu ini terdapat tombol yang memiliki fungsi berbeda-beda. Pertama,



tombol arah panah kiri berfungsi untuk keluar dari pindai objek 3D dan akan kembali ke halaman sebelumnya. Kedua, tombol penjelasan berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan informasi terkait dengan materi yang di pindai berupa suara.



Gambar 16. Halaman Materi 3D

Pada gambar 16 merupakan halaman materi 3D. Dalam halaman ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsinya masing-masing. Pertama, tombol penjelasan tumbuhan berfungsi untuk memberikan informasi terikat dengan tumbuhan yang ditampilkan. Kedua, tombol berputar berfungsi untuk memutar objek 3D tumbuhan tersebut. Ketiga, tombol kembali berfungsi untuk kembali ke halaman sebelumnya.





Gambar 17. Halaman Quiz

Pada gambar 17 merupakan halaman memulai quiz. Dalam halaman ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsinya masing-masing. Pertama, tombol arah panah kiri berfungsi untuk keluar dari quiz dan kembali ke halaman sebelumnya. Kemudian ada 4 tombol yang berfungsi untuk menjawab pertanyaan dengan metode tombol (A, B, C, dan D).

4. *Integration and System Testing (Pengujian Integrasi dan Sistem)*

Terdapat lima instrumen digunakan dalam proses pengujian, yaitu pengujian *black box*, validasi terhadap materi dan media, pemberian kuesioner *pre-test* dan *post-test*, serta *Uji Usability*. Kegiatan ini melibatkan empat orang validator, yang terdiri dari dua orang ahli materi dan dua orang ahli media. Dan untuk *uji usability* dilakukan oleh 10 siswa.

a. Uji Black Box

Pengujian *black box* dilaksanakan untuk menilai fungsionalitas aplikasi media pembelajaran yang dikembangkan. Pengujian ini bertujuan memastikan semua fitur aplikasi bekerja sesuai harapan. Hasil evaluasi *black box* ini telah divalidasi oleh dua Dosen Pendidikan Teknik Informatika menunjukkan bahwa aplikasi media pembelajaran game edukasi *AR Plant* berfungsi dengan lancar dan tidak memiliki kendala (*error*).

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box

Penguji	Status	
	Berhasil	Gagal
1	100%	0%



2	100%	0%
Presentase	100%	0%

b. Uji Ahli Media

Penilaian ahli media ini dilakukan oleh dua guru dari SDN Jetis 02 Baki Kecamatan Sukoharjo. Hasil kuisioner pengujian oleh ahli materi menunjukkan bahwa persentase kelayakannya masuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Setelah mendapatkan nilai rata-rata dari angket instrumen penilaian ahli materi, nilai tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{\text{Skor Total}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{80,5}{85} \right) \times 100\% = 94,7\%$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Ahli Materi

NO.	Aspek Penilaian	Skor		Rata-rata
		Penguji 1	Penguji 2	
1	Kelayakan Isi Pembelajaran	28	29	28,5
2	Kelayakan Penyampaian Materi	33	34	33,5
3	Kominikasi Visual	17	20	18,5
Total				80,5

c. Uji Ahli Media

Penilaian ahli media dilakukan oleh dua dosen yang ahli dibidang AR pada prodi Pendidikan Teknik Informatika.

Tabel 3. Hasil Pengujian Ahli Media

NO.	Aspek Penilaian	Skor		Rata-rata
		Penguji 1	Penguji 2	



1	Penggunaan dan Navigasi	24	18	21
2	Tampilan Visual	37	35	36
3	Manfaat Media	15	13	14
Total				71

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{\text{Skor Total}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{71}{80} \right) \times 100\% = 88,75\%$$

Hasil kuisioner pengujian oleh ahli materi menunjukkan bahwa persentase kelayakannya masuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

d. Uji Pre Test dan Post Test

Penilaian hasil uji *Pretest* dan *Post test* dilakukan oleh siswa SDN Jetis 02 Baki Kecamatan Sukoharjo.

NO	Nama	Nilai		Nilai Pre-Test (sebelum menggunakan media): 4, 5, 4, 3, 7, 5, 4, 2, 5, 4 → Total = 43	Rata-rata jawaban benar Pre-test = 4,3 ii. Rata-rata jawaban benar Post-test = 8,5 iii. Rata-rata jawaban salah Pre-test = 5,7 iv. Rata-rata jawaban salah Post-test = 1,5 v. Gain Score = 4,2 vi. N-Gain = 0,7368
		Pre Test	Post Test		
1	Andreanando Reno	4	10	Nilai Post-Test (setelah menggunakan media): 10, 8, 10, 8, 10, 8, 9, 7, 8, 7 → Total = 85 Jumlah responden (n) = 10 Rata-rata Pre-Test = $\frac{43}{10} = 4,3$ Rata-rata Post-Test = $\frac{85}{10} = 8,5$ N-Gain = $\frac{\text{Skor Post-Test} - \text{Skor Pre-Test}}{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Pre-Test}}$ = $\frac{8,5 - 4,3}{10 - 4,3} = \frac{4,2}{5,7} = 0,7368$	
2	Denisa Dias	5	8		
3	Ayla Felicia	4	10		
4	Adhiba asKayla	3	8		
5	Olivia Putri	7	10		
6	Muhammad Alvin	5	8		
7	Deisha Azka	4	9		
8	Abde Negara	2	7		
9	Azka Abhinawa	5	8		
10	Meiyana Permata	4	7		
Total		43	85		

Gambar 18. Tabel Perhitungan Uji Pre Test dan Post Test

Berdasarkan hasil kuisioner serta analisis perbandingan antara nilai pre-test dan post-test, apabila disesuaikan dengan persentase kriteria kelayakan, maka media yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Penilaian kelayakan ini diperoleh melalui perhitungan rata-rata (mean), gain score, dan N-Gain.



e. Uji Usability

Pada tahap uji usability dilakukan pada 10 responden , dengan menggunakan angket SUS (System Usability Scale). Berikut adalah hasil dari uji pengguna menggunakan angket SUS.

Tabel 4. Perhitungan SUS

No	Responden	Skor Hasil Hitung										Total	Skor (Total x 2.5)
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	Responden 1	5	1	4	5	5	4	4	1	5	1	35	87,5
2	Responden 2	5	2	4	5	5	1	4	1	5	1	33	82,5
3	Responden 3	4	1	5	5	5	2	3	1	5	2	33	82,5
4	Responden 4	5	1	5	5	5	1	4	3	5	1	35	87,5
5	Responden 5	5	1	5	4	5	1	3	2	5	1	32	80
6	Responden 6	5	1	4	5	3	2	3	2	5	1	31	77,5
7	Responden 7	3	2	5	5	3	1	1	2	5	3	30	75
8	Responden 8	5	2	4	4	3	2	3	4	5	1	33	82,5
9	Responden 9	4	2	5	5	3	3	2	3	4	1	32	80
10	Responden 10	5	1	5	4	4	1	1	1	5	2	29	72,5
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)												807,5	

$$\text{Skor Rata-rata SUS} = \frac{\sum \text{Skor SUS}}{\text{Jumlah Responden}}$$

$$\text{Skor Rata-rata SUS} = \frac{807,5}{10} = 80,75$$

Uji pengguna menghasilkan skor rata – rata 80,75. Skor tersebut termasuk dalam kategori *grade scale* “B” yaitu “EXCELLENT” sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi “AR Plant” dapat diterima.

5. Operation and Maintenance (Operasi dan Pemeliharaan)

Pada tahap Operasi dan Pemeliharaan, media pembelajaran *Markerless Augmented Reality* (AR) untuk visualisasi struktur dan fungsi tumbuhan mulai digunakan langsung oleh guru dan siswa kelas IV SD dalam pembelajaran IPA. Implementasi ini dilakukan dengan distribusi aplikasi (APK) ke perangkat Android, disertai panduan penggunaan agar siswa dapat mengamati objek 3D bagian tumbuhan secara interaktif tanpa *marker*, bertujuan memfasilitasi pemahaman konsep.

Selama penggunaan di kelas, observasi dilakukan untuk menilai keterlibatan siswa, pemahaman materi, dan respons awal terhadap media. Sementara itu, pemeliharaan berfokus pada keberlanjutan dan relevansi media, meliputi perbaikan *bug*, pembaruan konten, penyesuaian dengan teknologi dan sistem



operasi terbaru, serta peningkatan fitur. Evaluasi berkala juga dilakukan untuk kontrol kualitas, memastikan media tetap efektif mendukung tujuan pembelajaran AR di jenjang sekolah dasar.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Lutfi Irawan & Ika Yatri, 2022). Yang membahas tentang teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran pada materi pengenalan struktur tumbuhan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Aditama et al., 2019) menjelaskan AR adalah teknologi yang menyatukan benda maya 2D dan 3D dalam realitas dan memproyeksikannya secara real time.

Dalam konteks inovatif, penelitian ini membedakan diri dengan mengadopsi teknologi Markerless Augmented Reality untuk mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya yang menggunakan marker. Teknik AR Markerless, seperti dijelaskan oleh (Endra & Dian, 2019), merupakan teknik di mana pengguna tidak perlu lagi menggunakan marker atau penanda. Penggunaan AR dalam pembelajaran dapat membuat modul IPA khususnya pada materi struktur tumbuhan yang diajarkan menjadi lebih menarik dan nyata bagi siswa, sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mereka.

Hasil penelitian berdasarkan perhitungan kuesioner yang sudah dilakukan kepada ahli *black box*, materi, media, *pre-test post-test* dan user adalah sebagai berikut : (1) hasil dari perhitungan uji Black Box bahwa pengujian dari 2 pengguna menghasilkan tingkat keabsahan 100%; (2) hasil dari perhitungan validasi ahli materi dengan menggunakan metode linkert menghasilkan nilai 94,7% termasuk dalam kategori “sangat Layak”; (3) hasil dari perhitungan validasi ahli media dengan menggunakan metode linkert menghasilkan nilai 88,75% termasuk dalam kategori “Sangat Layak”; (4) hasil dari perhitungan validasi uji *pre-test post-test* yang menghasilkan nilai (*Gain Score* = 4,2), dan (*N-Gain* = 0.73); (5) hasil dari pengujian kepada 10 pengguna mendapatkan skor rata – rata 80,75, mengacu pada gambar 3.2 skor tersebut termasuk dalam kategori *grade scale* “B” yaitu “EXCELLENT”. Berdasarkan hasil uji yang sudah dilakukan peneliti, dapat disimpulkan bahwa aplikasi AR Plant layak dan valid untuk digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dan pembahasan tentang penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peneliti berhasil mengembangkan Aplikasi AR Plant, sebuah media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality*. Aplikasi ini dikembangkan untuk



memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan bagi siswa SD, membantu mereka mengenali berbagai struktur dan fungsi pada tumbuhan.

2. Hasil penelitian berdasarkan perhitungan kuesioner yang sudah dilakukan kepada siswa dalam uji *pre-test post-test* mendapatkan nilai (*Gain Score* = 4,2), dan (*N-Gain* = 0.73) berada dalam kategori tinggi, menegaskan bahwa peningkatan ini substansial dan signifikan. Ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi AR Plant yang dikembangkan sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya yang telah diberikan selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua, saudara, teman serta keluarga penulis yang tiada henti-hentinya memberikan semangat, Bapak Ahmad Chamsudin selaku dosen pembimbing penulis serta seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan selama penulis mengerjakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Negeri, S., Hulu, S., & Barat, K. (2023). Literature Review: Media pembelajaran Augmented Reality (AR) Sebagai Inovasi Di Era Revolusi Industri 4.0 *A Literature Review: Augmented Reality Learning Media As An Innovation in The Era Of Revolutionary Industry 4.0 Leliavia*. 4(1).
- [2] Zahwa, F. A., Syafi'i 2, I., Tarbiyah, F., Keguruan, D., Sunan, U., Surabaya, A., & Timur, J. (2022). *Equilibrium: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Informasi*. 19, 1. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/Equilibrium>.
- [3] Husna, K., & Supriyadi, S. (2023). Peranan Manajemen Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *AL-MIKRAJ Jurnal Studi Islam Dan Humaniora* (E-ISSN 2745-4584), 4(1), 981–990. <https://doi.org/10.37680/almikraj.v4i1.4273>
- [4] Irawan, L., & Yatri, I. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Realty pada Materi Struktur Tumbuhan Sekolah Dasar. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya*, 8(3), 971. <https://doi.org/10.32884/ideas.v8i3.890>
- [5] Tahta Alfina, Z., Rusilowati, A., Subali, B., & Lestari, W. (2024). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Ips berbasis Kartu Qr-Test Tumbuhan Terintegrasi Augmented Reality. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 9(1).
- [6] Wirayudi Aditama, P., Nyoman Widhi Adnyana, I., & Ayu Ariningsih, K. (2019). Augmented Reality Dalam Multimedia Pembelajaran. In *Prosiding Seminar Nasional Desain dan Arsitektur (SENADA)* (Vol. 2).



- [7] Lisa Andriani, Harianingsih, Bambang Subali, Sudarmin, Sri Wardani, Eka Titi Andaryani, Wahyu Lestari (2024). Analisis Kebutuhan Modul Ajar Bagian Tumbuhan dan Fungsinya Berbasis Augmented Reality Bagi Siswa SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (Vol.09)*.
- [8] Endra, R. Y., & Dian, R. A. (2019). Media Pembelajaran Pengenalan Perangkat Keras Komputer Menggunakan Augmented Reality. *Jurnal Management Sistem Informasi Dan Teknologi*, 63–69.

