

Application of Augmented Reality in Animal Classification Based on Type of Food

Steve Regan ^{1*}

¹Teknik Informatika, Universitas Universal

*Corresponding author E-mail: regan.st3v3@gmail.com

Article Info

Article history:

Received ...

Revised ...

Accepted ...

Keyword:

Animal Classification;

Augmented Reality; MDLC;

Unity; Vuforia.

ABSTRACT

This study aims to design Augmented Reality (AR)-based learning media in animal classification based on their food types for elementary school students in Maitreyawira. By using Unity and Vuforia, this AR application is expected to provide an interactive and interesting learning experience for students. The method used in this study is the Multimedia Development Life Cycle (MDLC). The development process begins with the conceptualization stage, where an analysis of learning media needs is carried out through literature studies, interviews with teachers and students, and field observations. The results of the analysis are used to design the system and determine the specifications of the application to be developed. At the material collection stage, information regarding animal classification based on their food types is collected from various literature sources and interviews with biologists. The learning media creation stage is carried out using Unity as the main development platform and Vuforia for the implementation of AR technology. Testing is carried out to ensure that the application functions properly and meets user needs. Feedback from users, namely teachers and students. The results of this study are an AR application that can help students understand animal classification based on their food types more interactively and interestingly. This application is expected to increase students' interest and understanding of biology material, as well as provide a positive contribution to the learning process at Elementary School Maitreyawira.

Copyright © 2021 Journal of Digital Ecosystem for Natural Sustainability.
All rights reserved.

I. PENDAHULUAN

Pada dunia pendidikan, proses mengajar dan belajar selalu berjalan beriringan, karena pendidikan merupakan salah alat atau media memiliki tujuan untuk melengkapi dan memberdayakan para pelajar dengan pengetahuan yang tepat [1]. Peningkatan mutu pembelajaran tentunya melibatkan berbagai macam aspek dan tidak hanya menggunakan metode pengajaran [2], tetapi juga penggunaan sumber belajar yang beragam dapat menstimulasi otak anak [3].

Media pembelajaran mengacu pada semua hal yang dapat digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran [4], mencapai tujuan pembelajaran, dan meningkatkan kinerja siswa dalam proses belajar [5]. Sehingga media pembelajaran sangat berpengaruh dalam edukasi anak. Namun, penggunaan dan perkembangan media instruksional belum digunakan secara optimal. Penelitian lain juga mengemukakan bahwa guru

perlu lebih kreatif dalam mengembangkan media pembelajaran [6].

Dengan adopsi yang luas terhadap teknologi digital modern, teknologi komunikasi informasi, teknologi jaringan, fotografi digital, dan teknologi lainnya, serta penggunaan teknologi inovatif dalam kehidupan dan pembelajaran, teknologi informasi telah mengubah gaya belajar-mengajar masyarakat, dan telah memberikan dampak besar pada pengajaran di berbagai bidang [7]. Perubahan digital di sektor pendidikan melibatkan pemanfaatan teknologi digital baru dan inovatif yang berpotensi untuk membawa perubahan luar biasa dalam masyarakat, bisnis, ekonomi, dan aspek sosial lainnya [8].

Menurut pendekatan konstruksionis pelajar mendapat ilmu paling baik dengan membuat objek yang nyata dalam kesempatan pembelajaran otentik yang memungkinkan adanya proses kolaboratif yang terbimbing, yang mengintegrasikan umpan balik dari rekan sebaya [9].

Augmented Reality (AR) pertama kali digunakan dalam bidang industri. Fungsi dasar AR melibatkan pembuatan tautan, baik langsung maupun dipicu oleh interaksi pengguna dengan perangkat, antara dunia nyata dan informasi yang dihasilkan oleh perangkat atau informasi elektronik [10]. AR Menempatkan objek virtual yang bersifat interaktif di atas lingkungan nyata [11]. AR merujuk pada antarmuka virtual, dalam bentuk 2D atau 3D, yang meningkatkan atau menambah apa yang kita lihat dengan menyematkan informasi tambahan ke dunia nyata [12]. Imersi dalam dunia virtual tidak bersifat total, karena kita selalu dapat melihat dunia nyata di sekitar kita [13].

AR telah digunakan dalam bidang edukasi, AR dinilai dapat meningkatkan pemahaman konten, motivasi, interaksi, dan kolaborasi siswa [14]. Secara khusus, AR memiliki efek sebagai media yang dapat meningkatkan pembelajaran siswa dan lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan sumber daya multimedia lainnya, kuliah tradisional, atau sumber daya pedagogis tradisional [15]. Aplikasi Realitas menunjukkan potensi besar dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih berarti, dinamis, dan produktif bagi anak-anak [16]. AR membuat proses belajar lebih menarik dan lebih nyaman untuk demonstrasi dan instruksi [17]. Berdasarkan tipenya AR terbagi menjadi tiga yaitu Marker Based, Markerless, dan Projection Based, Marker Based AR seperti dari namanya hanya dapat digunakan jika menggunakan objek penanda yang dapat berupa gambar 2 dimensi dengan bentuk yang mudah dikenali ataupun bentuk yang terdapat pada lingkungan nyata [18]. Hasil pembuatan aplikasi android akan diakses melalui platform Android yang dibuat menggunakan Android Studio [19].

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Beyond the gimmick: How affective responses drive brand attitudes and intentions in augmented reality marketing", yang dimana penelitian ini membahas tentang respon masyarakat mengenai respon afektif masyarakat mengenai penggunaan AR dalam penjualan dan dari perbandingan antara membeli barang secara konvensional dan dengan teknologi AR dapat meningkatkan Purchase intention pelanggan dan lebih menarik, tetapi penelitian ini lebih berfokus kepada anak muda yang lebih mudah beradaptasi dengan teknologi baru dan belum ada meneliti sampai pelanggan di semua umur [20].

Pada penelitian yang berjudul "A review of augmented reality systems and their effects on mental workload and task performance", adalah tinjauan berbagai artikel yang menggunakan AR dan analisa bagaimana efek penggunaan AR terhadap kondisi mental dan performa pekerja dalam melakukan pekerjaannya dan hasilnya bahwa teknologi AR mengurangi kesalahan, dan mengurangi waktu pengerjaan pekerja [21].

Pada penelitian "Acceptance, Readiness and Intention to Use Augmented Reality (AR) in Teaching English Reading among Secondary School Teachers in Malaysia" penelitian ini membahas tentang seberapa siap diterapkan nya AR dalam pembelajaran Bahasa Inggris dan hasilnya 60.8% guru

memiliki sikap positif tentang penggunaan AR dan 66.3% merasa bahwa penggunaan AR dapat berguna sebagai media pembelajaran [22].

Pada penelitian "Multimedia augmented reality game for learning math" Peneliti menguji anak berusia 8 tahun tentang permainan yang berupa penyelesaian soal matematika dan hasilnya 94% mengakui bahwa soal yang diberikan tidak lah rumit dan mudah dikalkulasikan dan 91% mengatakan bahwa game yang diberikan menarik dan akan merekomendasikan ke teman-temannya [23].

Media pembelajaran yang digunakan oleh SD Maitreyawira pada saat ini berupa buku pembelajaran terdapat gambar dan teks yang telah menjelaskan materinya dengan baik tetapi media pembelajaran yang digunakan pada buku cetak terbatas pada teks dan gambar yang tidak dapat menarik minat siswa tanpa adanya digunakan alat bantu dalam proses pembelajaran, dan media pembelajaran yang digunakan kurang interaktif oleh karena itu, dibutuhkan aplikasi AR yang menawarkan alat bantu pembelajaran yang dapat menarik minat siswa, serta media pembelajaran yang interaktif sehingga dapat menarik minat belajar pada siswa.

Dengan adanya alat peraga atau alat bantu dalam proses pembelajaran dapat membantu siswa dalam memperoleh informasi. pernyataan ini didukung oleh penelitian yang melibatkan penyebaran kuesioner kepada tenaga pendidik di sekolah Maitreyawira. Dari studi literatur diatas dapat disimpulkan bahwa teknologi Augmented Reality dapat meningkatkan minat pembelajaran dan menawarkan pengalaman pembelajaran yang baru kepada siswa. Oleh karena itu, penulis akan mengembangkan aplikasi AR marker based. Marker based AR menggunakan penanda visual sebagai titik referensi sehingga objek yang ditampilkan akan ada selama pemilihan marker dan menggunakan SDK (Software Development Kit) yang benar dan SDK yang telah ada lebih banyak mendukung pembuatan dengan Marker Based Augmented Reality [24].

Dalam penelitian ini, peneliti akan merancang aplikasi AR yang akan digunakan oleh siswa SD kelas 3 pada sekolah swasta Maitreyawira dimana aplikasi akan digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran, yang diharapkan dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran dan dapat memberikan pengalaman yang menarik dan interaktif kepada siswa-siswa SD Maitreyawira.

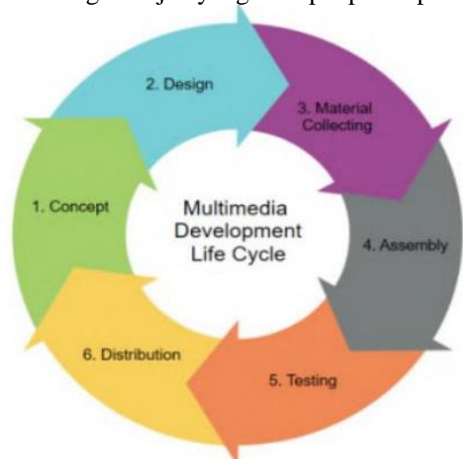
II. METODE

Untuk mendukung kelancaran dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC), Metode ini merupakan sebuah metode yang biasanya digunakan pada pengembangan aplikasi yang memiliki unsur-unsur multimedia di dalamnya. Setiap tahap pada metode ini terstruktur dan mendukung pembuatan sebuah aplikasi berbasis multimedia [25].

A. Konsep

Pada tahapan ini dilakukan observasi, penyebaran kuesioner, dan studi literatur. Pengumpulan data dan

informasi mengenai permasalahan yang kemudian akan digunakan untuk menentukan konsep, tujuan, metode, dan identifikasi pengguna dari aplikasi berbasis augmented reality yang akan dirancang kemudian dilakukan analisis kebutuhan untuk mendapatkan data dan bahan yang akan digunakan pada perancangan aplikasi [26]. AR yang dirancang bertujuan untuk membangun media pembelajaran yang lebih interaktif dengan membuat AR yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek yang terdapat pada aplikasi [27].



Gambar 1. Alur Metode MDLC

B. Desain

Pada tahap ini membahas tentang perancangan yang akan membuat AR yang dapat membantu visualisasi murid, tahap dari perancangan tersebut mulai dari Tahap Pra-produksi, Tahap Produksi dan Tahap Pasca-Produksi [28].

C. Pengumpulan Material

Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan aset yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi berbasis AR baik dari Perangkat keras, Perangkat lunak dan data-data lainnya yang diperlukan [29].

D. Pengembangan

Assembly merupakan tahap pembuatan AR pada tahap ini yang akan dilakukan adalah menggunakan aplikasi Unity 3D untuk merancang sebuah aplikasi dari aset yang telah di kumpulkan [30].

E. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi apabila ada atau tidaknya kejanggalan dalam kinerja aplikasi yang telah dirancang dan apakah hasil perancangan aplikasi yang telah dipersiapkan sesuai dengan perencanaan dan tujuan yang ingin dicapai [31].

F. Pendistribusian

Merupakan tahapan yang dapat dijadikan sebagai acuan mengenai hasil perancangan tersebut mengenai kelayakan rancangan sebagai media pembelajaran untuk SD Maitreyawira [32].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan tahapan metode penelitian yang digunakan pada pengembangan aplikasi pada penelitian ini maka hasil yang diperoleh dari setiap tahapan adalah sebagai berikut:

1) Konsep

Pada tahapan ini, peneliti melakukan pengumpulan dan analisa data sebagai dasar dalam penentuan konsep perancangan aplikasi, tujuan dan metode yang digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh dari responden dengan menggunakan kuesioner diperoleh kesimpulan bahwa adanya keterbatasan dalam proses pembelajaran konvensional sehingga perlu adanya media bantu pembelajaran yang interaktif dan dapat digunakan oleh tenaga pendidik pada proses pembelajaran.

Diketahui bahwa pengguna utama bagi aplikasi ini adalah siswa SD kelas 3 dan guru IPA di SD Maitreyawira, dikarenakan siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif yang dapat membantu siswa dalam memahami dan mengingat informasi dengan topik klasifikasi hewan dengan visualisasi 3D.

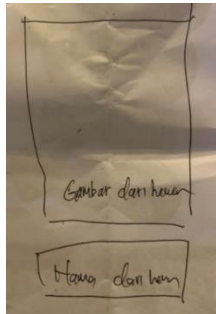
Masalah utama yang dihadapi oleh guru SD Maitreyawira adalah kesulitan siswa dalam memahami dan mengingat informasi tentang klasifikasi hewan dengan metode pembelajaran konvensional, serta keterbatasan visualisasi dalam buku teks yang hanya menyajikan gambar statis. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang ditawarkan adalah pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) yang menampilkan model 3D hewan secara interaktif. Aplikasi ini akan menampilkan model 3D hewan yang dapat dilihat dari berbagai sudut, dilengkapi dengan informasi tentang klasifikasi seperti nama ilmiah, habitat, makanan, dan ciri-ciri fisik. Pengguna dapat berinteraksi dengan model 3D ini, seperti memutar, memperbesar, dan memperkecil. Selain itu, aplikasi akan memiliki fitur kuis interaktif untuk menguji pemahaman siswa setelah mempelajari hewan.

2) Desain

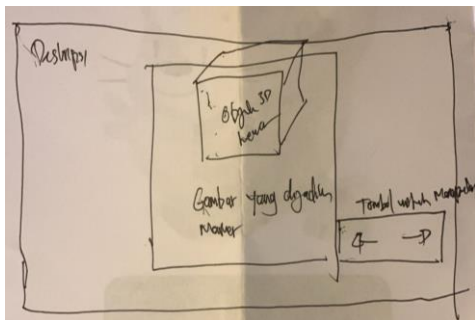
Pada tahap konsep, peneliti merancang arsitektur aplikasi augmented reality dalam klasifikasi hewan untuk siswa SD Maitreyawira, arsitektur sistem dirancang dengan mempertimbangkan penggunaan platform Unity dan Vuforia untuk pengembangan fitur AR. Unity akan digunakan untuk membuat antarmuka dan logika aplikasi, sedangkan Vuforia akan digunakan untuk mengintegrasikan kemampuan AR seperti pengenalan gambar dan penempatan model 3D di lingkungan nyata. Desain ini juga memperhitungkan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan lancar pada perangkat Android yang umum digunakan di sekolah.

Dengan pendekatan perancangan ini, aplikasi diharapkan dapat menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam, memudahkan siswa SD dalam memahami konsep klasifikasi hewan secara visual dan praktis. Sementara itu,

guru juga mendapatkan alat bantu pengajaran yang inovatif dan interaktif, meningkatkan kualitas pembelajaran di SD Maitreyawira.



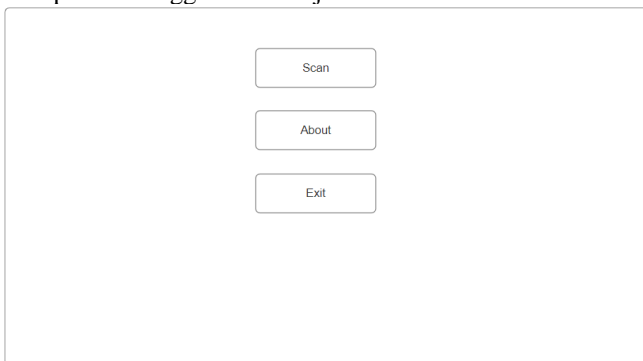
Gambar 2. Sketsa objek 3D saat mendeteksi image target



Gambar 3. Sketsa objek 3D saat mendeteksi image target

Tujuan dari image target adalah sebagai gambar yang menunjukkan area dimana akan munculnya objek 3D yang telah dirancang dikarenakan memiliki beragam objek 3D yang ingin ditampilkan, image target yang dibutuhkan juga beragam.

Objek 3D akan dirancang untuk muncul saat telah mendeteksi marker yang telah dimasukkan kedalam database, dan pada saat bersamaan akan muncul deskripsi dari hewan yang bersangkutan, serta tombol yang digunakan untuk manipulasi/menggerakkan objek 3D tersebut.



Gambar 4. Tampilan Utama

Untuk perancangan tampilan utama yang akan digunakan untuk navigasi dalam aplikasi yang telah dirancang, pada tampilan utama yang digunakan untuk navigasi ini akan dirancang di unity 3D. Selanjutnya yang akan dirancang adalah aset 3D yang dibutuhkan yaitu hewan yang akan

digunakan sebagai objek visualisasi dalam pembelajaran yaitu kuda, gajah, beruang, tikus, bebek, sapi, ayam, dan kucing.

Pada tahap awal pembuatan dilakukan dengan mencari gambar dari hewan yang dapat dijadikan sebagai referensi sesuai dengan jenis hewan yang ingin dibuat menjadi objek 3D.

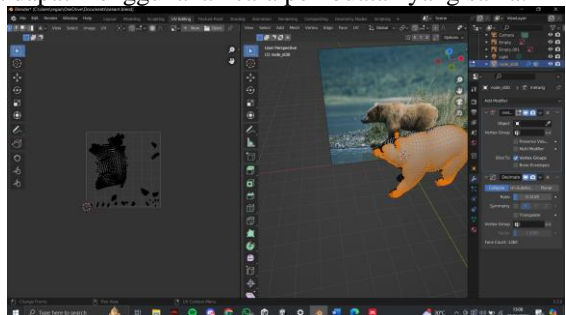


Gambar 5. Beruang dari samping yang dijadikan referensi Source : <https://pxhere.com/id/photo/861348>



Gambar 6. beruang dari depan yang dijadikan referensi Source : <https://www.freepik.com/photos/no-background-bear/10>

Kemudian menggunakan plane sebagai dasar pembuatan objek, plane kemudian di arahkan kepada gambar referensi dan menggunakan tools grab dan extrude untuk membuat garis besar dari bentuk beruang tersebut. Untuk pembuatan objek 3D kuda, gajah, sapi, tikus, bebek, sapi, ayam, kucing juga dapat menggunakan cara pembuatan yang sama.

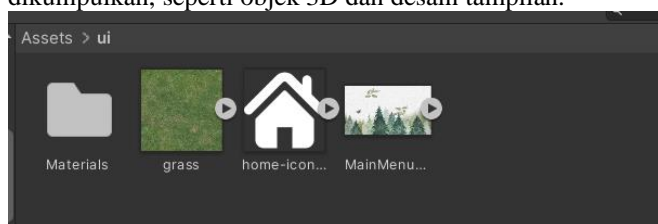


Gambar 7. Proses pembuatan tekstur untuk objek 3D

Pada proses pembuatan tekstur dilakukan pada UV Editing pada blender untuk pembuatan UV Maps yang kemudian dapat menambahkan tekstur yang sesuai dengan hewan.

3) Pengumpulan Material

Langkah pertama adalah mengumpulkan informasi yang komprehensif tentang berbagai jenis hewan yang akan ditampilkan dalam aplikasi. Ini mencakup pengumpulan data mengenai hewan. Setiap hewan harus disertai dengan informasi detail seperti habitat, makanan, ciri-ciri fisik, dan fakta-fakta menarik yang relevan. Data ini dapat diperoleh dari buku-buku sains, jurnal ilmiah. Pada tahap ini semua aset yang berhubungan dalam pembuatan aplikasi AR tersebut dikumpulkan, seperti objek 3D dan desain tampilan.



Gambar 8. Tampilan aset yang akan digunakan pada aplikasi

4) Pengembangan

Pada tahap pengembangan dilakukan implementasikan desain yang telah dibuat menjadi sebuah aplikasi yang fungsional dan dapat digunakan. Pengembangan dimulai dengan menggunakan platform Unity sebagai alat pengembangan utama, serta Vuforia sebagai perangkat lunak untuk mengintegrasikan fitur Augmented Reality (AR). Peneliti memulai dengan membuat antarmuka aplikasi, termasuk menu utama dan layar AR tempat model 3D hewan akan ditampilkan.

Gambar yang digunakan harus dipastikan telah memenuhi kriteria agar dapat di deteksi dan dapat berfungsi sebagai marker. Agar penggunaan image target yang akan dijadikan sebagai marker dapat melalui website.developer.vuforia.com dimana pada tahap ini diperlukan import vuforia package kedalam aplikasi unity yang digunakan pada saat ini, vuforia package yang digunakan dapat diaplikasikan ke versi unity yang berbeda.



Gambar 9. Image Target yang dapat berfungsi sebagai marker

5) Pengujian

Metode yang digunakan untuk menguji adalah metode Blackbox yang berdasarkan skenario pengujian yang telah dibuat oleh peneliti, fungsi pengujian ini adalah untuk menentukan apakah aplikasi yang telah dirancang dapat berfungsi dengan lancar tanpa adanya hambatan pada fungsi yang telah diterapkan dalam aplikasi.

Tabel 1. Pengujian menggunakan blackbox

Aktivitas Pengujian	Realisasi yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Membuka aplikasi	Masuk ke aplikasi yang menunjukkan menu utama	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol scan	Masuk ke tampilan scan	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol about	Masuk ke tampilan about	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol Exit	Keluar dari aplikasi	Sesuai dengan yang diharapkan
Mengarahkan kamera ke marker hewan	Menunjukkan objek 3D dan deskripsi dari hewan tersebut	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol arah panah ke kanan	Memutar objek 3D ke arah kanan	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol arah panah ke kiri	Memutar objek 3D ke arah kiri	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol home yang terdapat pada kanan atas tampilan scan	Kembali ke tampilan halaman utama	Sesuai dengan yang diharapkan
Menekan tombol home yang terdapat pada kanan atas tampilan about	Kembali ke tampilan halaman utama	Sesuai dengan yang diharapkan

Hasil pengujian black box yang menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai dengan harapan tanpa kendala merupakan kabar bagus. Ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dan dikembangkan dengan baik, serta siap untuk digunakan secara luas, seperti di SD Sekolah Maitreyawira, Batam. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini telah melewati serangkaian pengujian yang ketat dan siap untuk memberikan manfaat kepada pengguna di lingkungan tersebut.

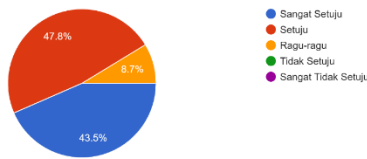
6) Pendistribusian

Pada tahap ini peneliti mendistribusikan aplikasi yang sudah jadi kepada para pengguna akhir melalui link penyimpanan file apk dari aplikasi agar mudah diakses dan instal keberbagai perangkat.

B. Pembahasan

Hasil penelitian ini range penilaian dari 1-5 dengan keterangan (sangat setuju, setuju, ragu-ragu, kurang setuju, tidak setuju). Pada gambar 10 Diagram yang menanyakan tingkat User-friendly mendapatkan presentase 47.8% setuju dan 43.5% sangat setuju mengenai tingkat user friendly, dan bahwa aplikasi mudah untuk dipahami.

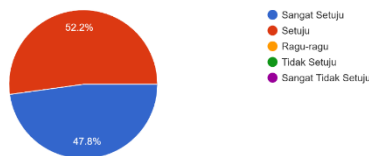
Menurut anda apakah tampilan augmented reality userfriendly dan mudah dipahami?
23 responses



Gambar 10. Diagram tingkat User-friendly terhadap responden

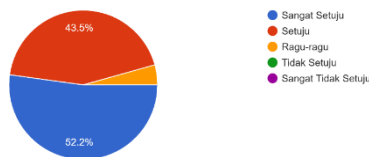
Pada gambar 11 yang menanyakan apakah aplikasi yang dibuat dapat membantu proses mengajar menjelaskan bahwa secara fungsionalitas 52.2% setuju dan 47.8% sangat setuju menyatakan bahwa aplikasi dapat membantu proses mengajar.

Apakah menurut anda aplikasi yang dibuat dapat membantu proses mengajar?
23 responses



Gambar 11. Diagram tingkat fungsi aplikasi bagi responden

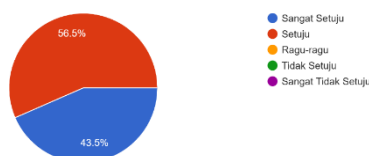
Apakah informasi yang disampaikan oleh aplikasi klasifikasi hewan tersebut mudah dipahami?
23 responses



Gambar 12. Diagram tingkat kephahaman responden mengenai aplikasi

Pada gambar 12 yang menanyakan tentang apakah informasi yang disampaikan oleh aplikasi tersebut mudah dipahami dan terbukti bahwa responden 52.2% dapat memahami aplikasi yang telah dirancang.

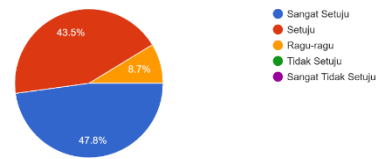
Apakah informasi mengenai kualifikasi hewan tersebut dapat mempercepat proses pengajaran?
23 responses



Gambar 13. Diagram tingkat pemahaman materi responden

Gambar diatas yang menanyakan apakah klasifikasi hewan tersebut dapat mempercepat proses pengajaran dan terbukti bahwa 43.5% dapat mempercepat proses pengajaran

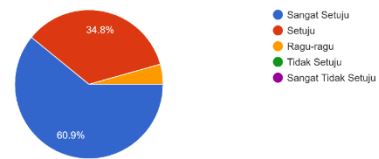
Apakah aplikasi klasifikasi hewan dapat membantu proses pembelajaran?
23 responses



Gambar 14. Diagram Implementasi membantu proses pembelajaran

Gambar 14 yang menjelaskan bahwa 47.8% merasa aplikasi klasifikasi tersebut dapat membantu proses pembelajaran.

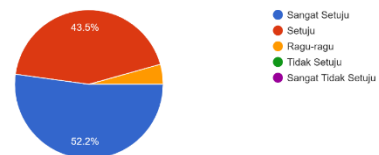
Apakah aplikasi klasifikasi hewan dapat membantu meningkatkan minat siswa dalam proses pembelajaran?
23 responses



Gambar 15. Penentuan apakah aplikasi meningkatkan minat siswa

Gambar diatas yang menanyakan apakah aplikasi tersebut dapat meningkatkan minat siswa dalam proses pembelajaran dapat dilihat bahwa 60% sangat setuju bahwa aplikasi tersebut dapat membantu minat belajar dari siswa.

Apakah implementasi aplikasi klasifikasi hewan ini dapat diterima dengan baik oleh siswa?
23 responses



Gambar 16. Diagram apakah aplikasi dapat diterima dengan baik

Pada Diagram 4.23 dapat dilihat bahwa 52.2% menyatakan bahwa implementasi dari aplikasi klasifikasi hewan tersebut dapat diterima dengan baik oleh siswa SD Maitreyawira.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan memiliki tingkat user-friendly yang tinggi dengan 47.8% responden setuju dan 43.5% sangat setuju bahwa aplikasi mudah dipahami. Secara fungsional, aplikasi dinilai membantu proses mengajar, dengan 52.2% setuju dan 47.8% sangat setuju. Sebanyak 52.2% responden merasa informasi yang disampaikan mudah dipahami, dan 43.5% menyatakan aplikasi mempercepat proses pengajaran. Selain itu, 47.8% menyebutkan bahwa aplikasi membantu pembelajaran, sementara 60% sangat setuju bahwa aplikasi meningkatkan minat belajar siswa. Terakhir, sebanyak 52.2% responden menyatakan implementasi aplikasi dapat diterima dengan baik oleh siswa SD Maitreyawira, menunjukkan

potensi keberhasilan aplikasi ini dalam mendukung proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fizza Anwer, "Activity-Based Teaching, Student Motivation and Academic Achievement," *J. Educ. Educ. Dev.*, vol. 6, no. 1, pp. 154–170, 2019.
- [2] Silawati, T. K. Yeningsih, and D. Amalia, "Pengembangan Media Activity Book Untuk Meningkatkan Nilai Karakter Mandiri Anak Usia Dini," *J. Ilm. Mhs. Pendidik. ...*, vol. 6, no. 2, pp. 1–9, 2021, [Online]. Available: <http://www.jim.unsyiah.ac.id/paud/article/view/17600>.
- [3] M. D. Kurnia, R. Arfiyanti, and Mudopar, "Desain Activity Book dalam Pembelajaran Menulis Kalimat Sederhana pada Siswa Tunarungu SLB Beringin Bhakti," *J. Pendidik. Kebutuhan Khusus*, vol. 5, no. 2, pp. 127–134, 2021, doi: 10.24036/jpkk.v5i2.589.
- [4] K. H. Musliadi, A. Ismail, and A. Hasnining, "Optimalisasi Pembelajaran Melalui Aplikasi Interaktif di Pondok Pesantren XYZ Polewali Mandar," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 4, no. 1, pp. 14–20, 2024.
- [5] Asrial, Syahrial, Maison, D. A. Kurniawan, and S. O. Piyana, "Ethnoconstructivism E-Module To Improve Perception, Interest, and Motivation of Students in Class V Elementary School," *JPI (Jurnal Pendidik. Indones.)*, vol. 9, no. 1, p. 30, 2020, doi: 10.23887/jpi-undiksha.v9i1.19222.
- [6] N. K. L. Widarini, I. G. Margunayasa, and N. W. Rati, "Pop-Up Book Media Assisted By QR Code For Second-Grade Elementary School Students," *J. Lesson Learn. Stud.*, vol. 5, no. 3, pp. 439–447, 2022, doi: 10.23887/jlls.v5i3.47223.
- [7] S. Ghory and H. Ghafory, "The Impact of Modern Technology in the Teaching and Learning Process," *Int. J. Innov. Res. Sci. Stud.*, vol. 4, no. 3, pp. 168–173, 2021, doi: 10.53894/ijirss.v4i3.73.
- [8] T. Shenkoya and E. Kim, "Sustainability in Higher Education: Digital Transformation of the Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Open Knowledge," *Sustain.*, vol. 15, no. 3, 2023, doi: 10.3390/su15032473.
- [9] M. Ponticorvo, E. Dell'Aquila, and R. Di Fuccio, "Hyper-Activity Books and Serious Games: How to Promote Experiential Learning beyond Distance," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 17, 2022, doi: 10.3390/ijerph191711132.
- [10] F. Arena, M. Collotta, G. Pau, and F. Termine, "An Overview of Augmented Reality," *Computers*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: 10.3390/computers11020028.
- [11] M. KH, Kaharuddin, and V. Ihsan, "Ragam Hias Konsep Arsitektur Bangunan Atap Tionghoa Memanfaatkan Teknologi Augmented Reality," *J. FASILKOM*, vol. 3, no. 13, pp. 398–405, 2023.
- [12] K. Kaharuddin, K. H. Musliadi, K. Hamidi, and I. Syafrinal, "Penerapan Augmented Reality Dalam Pengenalan Peralatan Manufaktur Pada Prodi Teknik Industri Universitas Universal," *J. Teknkom (Teknik Inf. dan Komputer)*, vol. 7, no. 1, pp. 402–409, 2024.
- [13] N. Elmqaddem, "Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality?," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 14, no. 3, pp. 234–242, 2019, doi: 10.3991/ijet.v14i03.9289.
- [14] M. Perifanou, A. A. Economides, and S. A. Nikou, "Teachers' Views on Integrating Augmented Reality in Education: Needs, Opportunities, Challenges and Recommendations," *Futur. Internet*, vol. 15, no. 1, 2023, doi: 10.3390/fi15010020.
- [15] H. Chang et al., "Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact," *Comput. Educ.*, vol. 191, no. August, p. 104641, 2022, doi: 10.1016/j.compedu.2022.104641.
- [16] A. J. R. Desierto, "GoonAR: A Bilingual Children Storybook through Augmented Reality Technology Using Unity with Vuforia Framework," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 3681–3686, 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/180932020.
- [17] K. Kaharuddin, Y. Pernando, M. Marfuah, and K. H. Musliadi, "Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 1168–1175, 2023.
- [18] N. El Barhoumi, R. Hajji, Z. Bouali, Y. Ben Brahim, and A. Kharroubi, "Assessment of 3D Models Placement Methods in Augmented Reality," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 20, 2022, doi: 10.3390/app122010620.
- [19] Herlinah and K. Musliadi, *Pemrograman Aplikasi Android dengan Android Studio, Photoshop dan Audition*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2019.
- [20] V. Zanger, M. Meißner, and P. A. Rauschnabel, "Beyond the gimmick: How affective responses drive brand attitudes and intentions in augmented reality marketing," *Psychol. Mark.*, vol. 39, no. 7, pp. 1285–1301, 2022, doi: 10.1002/mar.21641.
- [21] Y. S. Koh et al., "A review on augmented reality tracking methods for maintenance of robots," *J. Teknol.*, vol. 83, no. 1, pp. 37–43, 2020, doi: 10.11113/jurnalteknologi.v83.14907.
- [22] M. H. M. Jamrus and A. B. Razali, "Acceptance, Readiness and Intention to Use Augmented Reality (AR) in Teaching English Reading among Secondary School Teachers in Malaysia," *Asian J. Univ. Educ.*, vol. 17, no. 4, pp. 312–326, 2021, doi: 10.24191/ajue.v17i4.16200.
- [23] C. Rebollo, I. Remolar, V. Rossano, and R. Lanzilotti, "Multimedia augmented reality game for learning math," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, no. 11, pp. 14851–14868, 2022, doi: 10.1007/s11042-021-10821-3.
- [24] Ö. Özeren, E. B. Özeren, S. M. Top, and B. Sultan Qurraie, "Learning-by-Doing using 3D printers: Digital fabrication studio experience in architectural education," *J. Eng. Res.*, p. 100135, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100135>.
- [25] S. Sodikin, Y. Efendi, and Y. Yatimollah, "Implementation of the Multimedia Development Life Cycle in Making Educational Games About Indonesia," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 8, no. 2, p. 595, 2023, doi: 10.24114/cess.v8i2.48870.
- [26] A. Ismail and K. H. Musliadi, "Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kependudukan untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan di Kelurahan Paropo," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–63, 2023.
- [27] Lifa Farida Panduwinata, Ruri Nurul Aeni Wulandari, and Mokhammad Nurrudin Zanky, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) pada Materi Prosedur Penyimpanan Arsip," *Lect. J. Pendidik.*, vol. 12, no. 1, pp. 15–28, 2021, doi: 10.31849/lectura.v12i1.5958.
- [28] D. Aldo, M. Ilmi, and H. Hariselmi, "Pengembangan Multimedia Interaktif Hewan Berbasis dengan Metode Multimedia Development Life Cycle," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 364–373, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2669.
- [29] W. E. Widiati, M. Murhadi, and W. T. Saputro, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Tata Surya Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, p. 197, 2023, doi: 10.30872/jurti.v7i2.13426.
- [30] I. Benawan, D. M. K. Nugraheni, B. Noranita, and G. Aryotejo, "Digital Education Game for TK-A Level Students Using Multimedia Development Life Cycle Method," *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–83, 2023, doi: 10.29407/intensif.v7i1.18671.
- [31] K. Subarkah, M. Azrino Gustalika, and P. Ananda Raharja, "Augmented Reality Based Image Tracking for Introduce Puppet Shadow Traditional Musical Instrument," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 205–216, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.376.
- [32] P. Ambarwati and P. S. Darmawel, "Implementasi Multimedia Development Life Cycle Pada Aplikasi Media Pembelajaran Untuk Anak Tunagrahita," *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 18, no. 2, pp. 51–58, 2020, doi: 10.34010/miu.v18i2.3936.