

Artikel Penelitian (Teknik Informatika)

Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Mamalia Melalui Jejak Kaki untuk Anak Usia Dini

Novan Nurochman, Abid Yanuar Badharudin *, Tito Pinandita, Ridho Muktiadi

Fakultas Teknik dan Sains, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 03 Agustus 2026
Revisi Akhir: 31 Agustus 2026
Diterbitkan Online: 10 Oktober 2026

KATA KUNCI

Augmented Reality
Jejak Kaki Hewan
Marker-Based Tracking
MDLC
Vuforia SDK

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 857-4207-7010
E-mail: abidyanuarbadharudin@ump.ac.id

A B S T R A K

Media pengenalan hewan untuk anak usia dini umumnya masih memanfaatkan gambar dua dimensi, sehingga pengalaman belajar yang diperoleh belum sepenuhnya interaktif dan eksploratif. Penelitian ini bertujuan merancang serta membangun aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality (AR)*, yaitu teknologi yang menyajikan objek virtual pada lingkungan nyata, untuk membantu pengenalan hewan mamalia melalui bentuk jejak kaki. Aplikasi dikembangkan dengan *Unity 3D* dan *Vuforia SDK* menggunakan metode *Marker-Based Tracking*, yaitu proses pemindaian marker berupa gambar jejak kaki untuk memunculkan objek hewan yang sesuai. Pengembangan sistem mengikuti tahapan *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* yang terdiri atas *concept, design, material collecting, assembly, testing*, dan *distribution*. Fitur utama yang tersedia meliputi menu Beranda, Eksplorasi, AR Scan, Kuis, Profil, tampilan objek hewan 3D, informasi hewan, suara hewan, unduh marker, serta evaluasi kuis. Hasil black box testing menunjukkan bahwa seluruh fitur inti dapat berjalan sesuai rancangan, stabil, dan tidak ditemukan kendala yang mengganggu penggunaan aplikasi. Dengan demikian, aplikasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif bagi guru, orang tua, dan anak-anak PAUD.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 membawa perubahan besar dalam praktik pendidikan termasuk pada jenjang Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD). Pada era digital, pembelajaran yang sebelumnya bersifat konvensional mulai diarahkan menjadi lebih visual dan interaktif melalui pemanfaatan teknologi salah satunya Augmented Reality (AR) [1]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Augmented Reality pada pembelajaran PAUD dapat membantu meningkatkan motivasi pemahaman serta ketertarikan anak terhadap materi yang dipelajari [2]. Di Indonesia kebijakan digitalisasi pendidikan yang didukung pemerintah melalui program Merdeka Belajar juga mendorong pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi di lembaga PAUD [3]. Meskipun demikian, implementasinya masih menghadapi sejumlah kendala terutama pada materi sains dasar seperti pengenalan hewan yang sering disampaikan dengan cara monoton dan kurang sesuai dengan karakteristik anak usia dini.

Kondisi pembelajaran di lapangan menunjukkan bahwa banyak lembaga PAUD masih mengandalkan gambar dua dimensi sebagai media pengenalan hewan. Media tersebut cenderung belum optimal dalam merangsang kemampuan anak untuk mengamati mengeksplorasi dan berinteraksi secara aktif [4]. Berdasarkan observasi awal pada beberapa TK di Jawa Tengah anak-anak masih mengalami kesulitan ketika diminta membedakan jenis mamalia melalui ciri khusus misalnya bentuk jejak kaki. Temuan tersebut menunjukkan bahwa diperlukan pendekatan pembelajaran yang tidak hanya mengenalkan nama hewa tetapi juga membantu anak memahami ciri khasnya melalui pengalaman belajar yang lebih

nyata. Teknologi AR memungkinkan anak melihat representasi jejak kaki dan hewan secara virtual dalam bentuk tiga dimensi yang dapat diamati dari berbagai sudut, sehingga kegiatan belajar menjadi lebih kontekstual dan eksploratif [5].

Dilihat dari aspek sosial dan budaya, pengenalan hewan melalui konteks lokal juga memiliki peranan penting. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi termasuk mamalia endemik yang menjadi bagian dari identitas ekologis nasional. Akan tetapi pemahaman anak terhadap hewan asli Nusantara masih relatif terbatas karena media pembelajaran yang digunakan belum banyak menghadirkan pengalaman belajar secara nyata. Penelitian yang dilakukan oleh [6] menunjukkan bahwa pemanfaatan AR untuk mengenalkan hewan primata dapat meningkatkan empati anak terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Dengan demikian AR tidak hanya berperan sebagai alat bantu pembelajaran tetapi juga dapat digunakan untuk menanamkan kepedulian terhadap alam sejak usia dini.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penggunaan AR sebagai media pengenalan hewan bagi anak usia dini, antara lain penelitian [4], [5], [7] dan [3]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengenalan visual hewan dan belum banyak membahas unsur eksploratif-edukatif yang berkaitan dengan kemampuan observasi serta klasifikasi hewan berdasarkan jejak kaki. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam pemanfaatan AR yang secara khusus menekankan hubungan antara bentuk jejak, ciri fisik hewan, dan perilaku hewan di lingkungan alam. Oleh karena itu, Penelitian ini berfokus pada perancangan perangkat lunak yang fungsional dan pengujian teknis sistem sebagai solusi media pengenalan hewan.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran interaktif untuk mengenalkan hewan mamalia melalui jejak kaki kepada anak usia dini. Kajian ini difokuskan pada proses pengembangan perangkat lunak menggunakan metode MDLC serta pengujian kelayakan fungsional sistem. Secara teori, penelitian ini diharapkan dapat memperluas kajian mengenai pengembangan perangkat lunak pembelajaran berbasis digital dalam konteks PAUD. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi pendidik dan pengembang teknologi pendidikan dalam merancang media pembelajaran yang lebih edukatif, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik belajar anak usia dini di Indonesia.

METODOLOGI

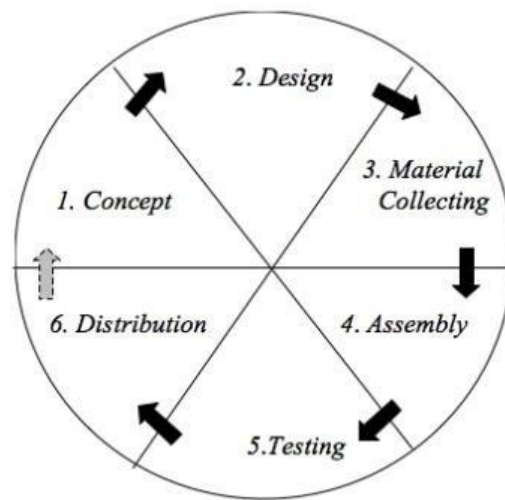
Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan dua teknik utama untuk memperoleh data, yaitu wawancara dan studi literatur.

1. *Wawancara*
Wawancara dilakukan secara langsung dengan guru PAUD untuk memperoleh informasi mengenai persepsi, kebutuhan, dan pengalaman mereka dalam menggunakan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi pada materi pengenalan hewan untuk anak-anak. Teknik wawancara kualitatif dipilih karena dapat membantu peneliti memahami pengalaman dan interpretasi informan secara lebih mendalam terhadap efektivitas pembelajaran berbasis *Augmented Reality* [8]. Selain itu, wawancara juga digunakan untuk menggali kendala teknis yang mungkin muncul ketika AR diterapkan dalam lingkungan belajar anak usia dini.
2. *Studi Literatur*
Studi literatur dilakukan dengan meninjau berbagai sumber ilmiah, seperti jurnal, buku, artikel, dan laporan penelitian yang relevan dengan penerapan teknologi AR, pendidikan anak usia dini, serta pembelajaran interaktif berbasis multimedia [9]. Hasil telaah pustaka digunakan sebagai dasar penguatan teori dan acuan dalam proses perancangan sistem. Selain itu, kajian literatur membantu peneliti menemukan kesenjangan dari penelitian terdahulu serta memperkuat alasan pemilihan metode pengembangan aplikasi. Beberapa referensi utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi karya [6], [10] dan [7] yang membahas efektivitas AR dalam meningkatkan keterlibatan belajar anak.

Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini proses pengembangan sistem menerapkan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang dikemukakan oleh Luther. Metode tersebut digunakan karena memiliki tahapan kerja yang jelas, sistematis, dan sesuai untuk merancang aplikasi pembelajaran berbasis multimedia [11]. Adapun penerapan MDLC dalam penelitian ini dilakukan melalui enam tahapan utama berikut.



Gambar 1. Alur Metode MDLC

1. *Concept*
Tahap awal berfokus pada penentuan ide dasar proyek tujuan pembelajara sasaran penggunaa (anak usia dini 4-6 tahun) serta konsep utama aplikasi yaitu pengenalan hewan mamalia melalui bentuk jejak kaki dengan elemen interaktif dan ekudatif berbasis AR.
2. *Design*
Tahap ini mencakup pembuatan *storyboard*, rancangan antar muka pembuatan (*User Interfaace*), serta alur navigasi aplikasi. Desain *visual* dibuat menggunakan pendekatan yang ramah anak dengan warna lembut, ikon besar dan animasi 3D yang menarik
3. *Material collecting*
Pada tahap *Material collecting* seluruh bahan dan aset digital dikumpulkan termasuk model 3D jejak kaki mamalia, ilustrasi hewan, suara dan teks deskriptif tentang habitat dan karateristik hewan. Bahan diperoleh dari sumber terbuka atau hasil ilustrasi buatan sendiri
4. *Assembly*
Seleuruh elemen multimedia digabungkan menggunakan perangkat lunak *Unity 3D* dan *Vuforia SDK*. Tahap ini mencakup integrasi marker untuk pengenalan jejak kaki yang akan memunculkan 3D hewan secara *real-time*. Proses pemrograman menggunakan bahasa *C#* untuk menghubungkan logika aplikasi dengan objrk AR
5. *Testing*
Pengujian dilakukan untuk mrmastikan semua fitur aplikasi berjalan dengan baik dan konten edukatif tersampaikan secara efektif. Tahap ini menggunakan *Black-box testing* untuk memeriksa fungsi teknis aplikasi
6. *Distribusi*
Tahap akhir melibatkan distribusi aplikasi dengan format *.apk* yang dapat diakses melaluia perangkat android [12]. Aplikasi akan diuji coba secara terbatas dilembaga PAUD sebagai media pembelajaran tambahan serta disebarakan melalui *Google Drive* atau *Platfrom* digital lainnya.

Metode Marker-Based Tracking

Penelitian ini menggunakan metode *Marker-Based Tracking* di mana sistem *Augmented Reality (AR)* mengenali marker berupa gambar atau simbol unik yang dipindai oleh kamera perangkat [13]. Ketika marker terdeteksi, aplikasi menampilkan objek 3D dari hewan mamalia yang sesuai secara real-time melalui layar smartphone. Metode *Marker-Based Tracking* dipilih karena memiliki stabilitas tinggi, efisiensi pemrosesan yang baik, serta cocok digunakan dalam konteks pembelajaran anak usia dini [14]. Selain itu, metode ini memungkinkan anak untuk belajar secara aktif dengan mengamati, membandingkan, dan menebak hubungan antara jejak dan hewan dalam suasana belajar yang menyenangkan.

Kebutuhan Penelitian

1. *Software* (Perangkat Lunak)
 - a. *Unity 3D*

- b. *C#*
 - c. *Vuforia SDK*
 - d. *gLTfast*
 - e. *Figma*
 - f. *Tools Messy ai*
2. *Hardware (Perangkat Keras):*
- Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi
- a. *Laptop: Lenovo Ideapad Gaming 3 Processor: AMD Ryzen 5 4600H (12 CPUs), ~3.0GHz RAM: 8 GB Storage: 512 GB SSD OS: Windows 11*
 - b. *Smartphone: Samsung S24 FE Chipset: Exynos 2400e (4 nm) RAM: 8 GB Storage: 512 GB OS: Android 16 (One UI 8.0)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Concept

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan tiga orang guru PAUD, yaitu Ibu Siti Sulasmi, Ibu Nurhasanah, dan Ibu Triana, diketahui bahwa media pembelajaran pengenalan hewan yang digunakan selama ini masih terbatas pada gambar poster dan video. Meskipun anak-anak menunjukkan respons yang antusias, para guru mengungkapkan bahwa anak-anak masih kesulitan mengenali dan membedakan jenis hewan beserta ciri spesifiknya, seperti sering tertukarnya jejak kaki antara bebek dan ayam. Para guru menyatakan belum pernah menggunakan teknologi Augmented Reality (AR), namun menilai bahwa visualisasi hewan secara tiga dimensi melalui kamera telepon seluler akan sangat menyenangkan dan menarik bagi anak usia 4-6 tahun. Guru juga menyoroti perlunya informasi komprehensif pendukung seperti suara hewan, habitat, makanan, ciri-ciri, hingga kuis sederhana yang dapat sekaligus melatih kemampuan membaca anak.

Hasil wawancara tersebut menjadi landasan utama dalam merancang kebutuhan sistem pada tahap concept. Untuk mengakomodasi masukan narasumber, aplikasi dirancang agar menampilkan visual hewan yang realistis, menggunakan warna cerah, serta dilengkapi tombol sederhana. Aplikasi juga dilengkapi dengan halaman tutorial atau petunjuk penggunaan yang jelas, mengingat anak-anak di rentang usia tersebut masih memerlukan pendampingan saat menggunakan perangkat mobile. Selain itu, untuk mengantisipasi kekhawatiran guru terkait kendala kuota internet, aplikasi dikembangkan agar dapat memproses marker secara mandiri di dalam sistem tanpa memerlukan koneksi internet aktif secara terus-menerus.

Dengan analisis kebutuhan tersebut, aplikasi pengenalan jejak kaki hewan berbasis Android ini dirancang memiliki lima menu utama yaitu Beranda, Eksplorasi, AR Scan, Kuis, dan Profil. Menu Beranda merupakan halaman pertama yang ditampilkan setelah pengguna menyelesaikan proses onboarding. Pada menu ini tersedia pintasan menuju fitur AR Scan, Eksplorasi, dan Kuis untuk memudahkan navigasi pengguna. Menu Eksplorasi berisi informasi mengenai berbagai jenis hewan yang dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu herbivora dan karnivora. Selain itu, pada menu ini juga tersedia fitur untuk mengunduh marker berupa gambar jejak kaki hewan yang digunakan dalam proses pemindaian AR.

Menu AR Scan memungkinkan pengguna memindai marker jejak kaki hewan menggunakan kamera perangkat. Setelah marker berhasil dikenali, aplikasi akan menampilkan model 3D hewan yang sesuai disertai informasi mengenai hewan tersebut serta suara hewan untuk meningkatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Menu Kuis berisi sejumlah pertanyaan yang berkaitan dengan materi pengenalan hewan. Setelah pengguna menyelesaikan seluruh soal, aplikasi akan menampilkan hasil berupa perolehan bintang berdasarkan jumlah jawaban yang benar.

Menu Profil menyediakan informasi mengenai aplikasi, termasuk tata cara penggunaan dan petunjuk bermain. Selain itu, menu ini juga dilengkapi dengan fitur untuk keluar dari aplikasi. Dengan kombinasi visualisasi 3D, informasi edukatif, audio, dan kuis interaktif, aplikasi ini dirancang untuk membantu pengguna mengenali berbagai jenis hewan melalui jejak kakinya dengan cara yang menarik dan mudah dipahami.

Design

Pada tahap *design*, dilakukan perancangan sistem yang meliputi *use case*, *flowchart*, *storyboard*, dan desain antarmuka pengguna (*User Interface/UI*). Desain UI dibuat menggunakan aplikasi *Figma* dengan mempertimbangkan kemudahan

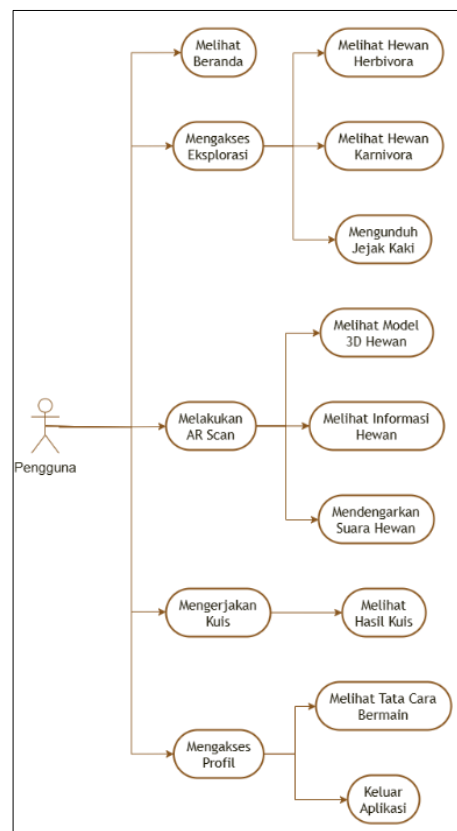
penggunaan, tampilan yang menarik, serta kesesuaian dengan karakteristik pengguna [15]. Aplikasi pengenalan jejak kaki hewan berbasis Augmented Reality (AR) memiliki beberapa tampilan utama, yaitu halaman Beranda, halaman Eksplorasi, halaman AR Scan, halaman Kuis, dan halaman Profil.

Setiap tampilan dirancang agar pengguna dapat memahami fungsi aplikasi dengan mudah. Halaman Beranda digunakan sebagai tampilan utama untuk mengakses berbagai menu yang tersedia. Halaman Eksplorasi berisi informasi hewan yang dapat dipelajari oleh pengguna, sedangkan halaman AR Scan digunakan untuk memindai marker jejak kaki sehingga objek hewan dapat muncul dalam bentuk 3D. Selain itu, halaman Kuis disediakan untuk melatih pemahaman pengguna terhadap materi yang telah dipelajari, dan halaman Profil berisi panduan penggunaan aplikasi serta informasi pendukung lainnya.

Selain itu, pada fitur AR ditampilkan objek 3D hewan yang dilengkapi dengan informasi edukatif dan suara hewan untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan mudah dipahami oleh pengguna.

Use case Diagram

Diagram use case digunakan untuk menggambarkan interaksi antara sistem dengan aktor eksternal yaitu pengguna aplikasi. *Use case diagram* menunjukkan peran pengguna serta hubungan pengguna dengan berbagai fitur yang tersedia dalam sistem [15]. Pada aplikasi pengenalan jejak kaki hewan berbasis *Augmented Reality (AR)* pengguna dapat berinteraksi dengan beberapa fitur utama seperti mengakses halaman Beranda, melihat informasi hewan pada menu Eksplorasi, mengunduh marker jejak kaki hewan, melakukan pemindaian *marker* melalui fitur AR Scan, melihat model 3D hewan beserta informasi dan suara hewan, mengerjakan kuis, melihat hasil perolehan bintang, serta mengakses menu Profil yang berisi tata cara penggunaan aplikasi dan fitur keluar aplikasi. *Diagram use case* yang menggambarkan interaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

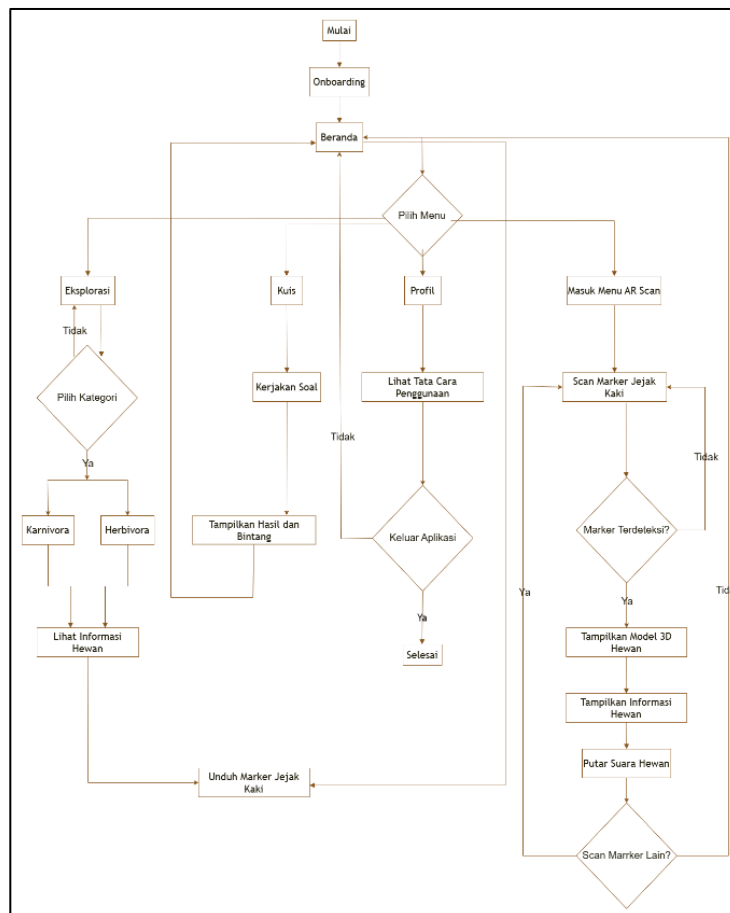


Gambar 2. Usecase Diagram

Flowchart dirancang untuk menggambarkan alur kerja aplikasi secara keseluruhan, mulai dari aplikasi dijalankan hingga pengguna keluar dari aplikasi. Diagram alur ini menjelaskan proses ketika pengguna membuka aplikasi, menyelesaikan

halaman onboarding, dan masuk ke halaman Beranda sebagai halaman utama. Pada halaman utama, pengguna dapat mengakses berbagai menu yang tersedia, yaitu Eksplorasi, *AR Scan*, Kuis, dan Profil.

Melalui menu Eksplorasi, pengguna dapat melihat informasi hewan berdasarkan kategori herbivora dan karnivora serta mengunduh *marker* berupa jejak kaki hewan yang digunakan pada fitur AR. Pada menu *AR Scan*, pengguna dapat memindai *marker* jejak kaki untuk menampilkan model 3D hewan yang dilengkapi dengan informasi dan suara hewan. Selanjutnya, pengguna dapat mengakses menu Kuis untuk mengerjakan soal-soal yang berkaitan dengan materi pengenalan hewan dan memperoleh bintang sebagai hasil penilaian. Pada menu Profil, pengguna dapat melihat tata cara penggunaan aplikasi serta memilih fitur keluar aplikasi. Gambar *flowchart* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Aplikasi

Storyboard

Storyboard merupakan rancangan awal yang digunakan untuk menggambarkan konsep suatu produk digital sebelum dikembangkan lebih lanjut. *Storyboard* sering digunakan dalam pembuatan film, animasi, maupun produk digital lainnya. Dengan adanya *storyboard*, konsep awal yang telah dibuat dapat lebih mudah dipahami dan dijadikan dasar dalam proses pengembangan hingga menjadi produk yang lebih utuh [16].

Storyboard aplikasi dirancang menjadi beberapa scene utama yang mewakili setiap halaman dan fitur dalam aplikasi. Scene pertama diawali dengan halaman Beranda sebagai pusat navigasi utama. Pada halaman Beranda, pengguna dapat mengakses berbagai fitur yang ada seperti menu Eksplorasi, *AR Scan*, Kuis, dan Profil. Melalui menu Eksplorasi, pengguna dapat melihat informasi hewan berdasarkan kategori herbivora dan karnivora serta mengunduh *marker* jejak kaki hewan yang digunakan pada fitur AR. Penjelasan mengenai skenario dan deskripsi *storyboard* lebih detil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Storyboard*

Skenario	Deskripsi
<i>Scene 1 – Beranda</i>	Scene ini merupakan halaman awal yang ditampilkan setelah pengguna masuk ke dalam aplikasi. Pada halaman ini tersedia beberapa menu utama yang dapat digunakan untuk mengakses fitur-fitur yang terdapat dalam aplikasi, seperti Eksplorasi, AR Scan, dan Kuis.
<i>Scene 2 - Eksplorasi</i>	Scene ini menampilkan berbagai jenis hewan yang dikelompokkan ke dalam kategori herbivora dan karnivora. Selain melihat informasi mengenai hewan, pengguna juga dapat mengunduh marker berupa gambar jejak kaki yang nantinya digunakan pada fitur Augmented Reality (AR).
<i>Scene 3 - AR Scan</i>	Scene ini digunakan untuk melakukan pemindaian marker jejak kaki hewan menggunakan kamera perangkat. Proses pemindaian dilakukan agar aplikasi dapat mengenali marker yang dipilih oleh pengguna.
<i>Scene 4 – Tampilan AR</i>	Setelah marker berhasil dikenali, aplikasi akan menampilkan model 3D hewan yang sesuai. Pada tampilan ini juga disediakan informasi mengenai hewan serta suara hewan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif.
<i>Scene 5 – Kuis</i>	Scene ini berisi sejumlah pertanyaan yang berkaitan dengan materi pengenalan hewan. Setelah seluruh soal selesai dikerjakan, pengguna akan memperoleh hasil penilaian dalam bentuk bintang sesuai dengan jumlah jawaban yang benar.
<i>Scene 6 - Profil</i>	Scene ini menampilkan informasi mengenai aplikasi, petunjuk penggunaan, serta tata cara bermain. Selain itu, pada halaman ini juga tersedia tombol yang dapat digunakan untuk keluar dari aplikasi.

User interface

Perancangan antarmuka pengguna (*User Interface/UI*) pada aplikasi dilakukan dengan memanfaatkan *Figma* sebagai media desain. Proses perancangan diawali dengan pembuatan desain awal dalam bentuk *low-fidelity (lo-fi)* yang digunakan untuk menggambarkan struktur dasar tampilan serta alur navigasi aplikasi secara sederhana [16]. Tahap ini bertujuan untuk memastikan setiap fitur dan halaman tersusun dengan baik sesuai kebutuhan pengguna. Setelah rancangan dasar selesai dibuat dan dilakukan penyesuaian, desain kemudian dikembangkan menjadi *high-fidelity (hi-fi)* yang memiliki tampilan lebih detail dan mendekati bentuk akhir aplikasi. Desain antarmuka pengguna *wireframe* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Wireframe Beranda, Eksplorasi, Kuis dan Profil

Material Collecting

Marker (Gambar target)

Marker atau gambar target pada aplikasi ini dibuat menggunakan gambar jejak kaki hewan mamalia. Menurut Tito Pinandita dkk. (2023), perancangan aplikasi *Augmented Reality* berbasis *Marker* memerlukan pembuatan penanda yang jelas dan berkontras tinggi, sebab kecepatan pembacaan penanda tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan sekitar [17]. Gambar jejak kaki diperoleh dari internet, kemudian dipilih berdasarkan kualitas, kejelasan bentuk, dan kemudahan untuk dikenali oleh sistem AR. Setelah itu, gambar marker diolah dan disesuaikan menggunakan *Figma* agar tampilannya lebih rapi, konsisten, dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Desain jejak kaki hewan mamalia dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gambar Target Hewan

Suara

Suara pada aplikasi ini diperoleh dari berbagai sumber di internet, seperti suara hewan, suara *onboarding*, musik latar, serta efek suara pada fitur kuis ketika jawaban pengguna benar maupun salah. Seluruh *audio* tersebut digunakan untuk mendukung penyampaian informasi dan meningkatkan interaktivitas aplikasi. Suara hewan disesuaikan dengan jenis hewan yang ditampilkan, sedangkan suara *onboarding*, musik latar, dan efek kuis digunakan untuk memperjelas alur

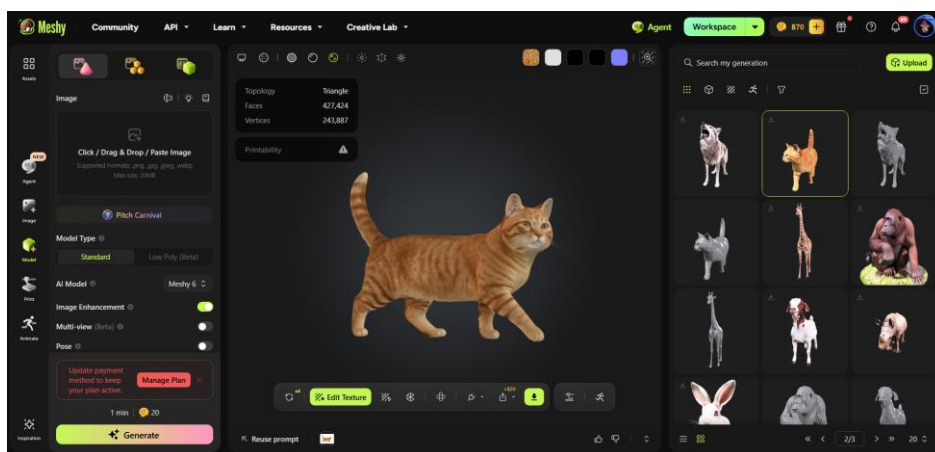
penggunaan serta memberikan umpan balik kepada pengguna. Hasil penerapan audio pada aplikasi pengenalan hewan mamalia melalui jejak kaki dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Suara Musik Latar, Hewan dan Umpan Balik

Model 3D

Pembuatan objek 3D pada aplikasi ini dilakukan menggunakan Meshy, yaitu platform berbasis web yang dapat membantu mengubah gambar 2D menjadi model 3D secara lebih cepat [18]. Gambar hewan yang telah disiapkan kemudian diproses melalui *Meshy* hingga menghasilkan model 3D yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Setelah model selesai dibuat, objek tersebut diekspor dalam format *GLB* agar dapat digunakan pada *Unity*. Pada tahap implementasi di *Unity*, penulis mengunduh dan menggunakan *package glTFast* melalui *Package Manager*. *glTFast* merupakan *package Unity* yang berfungsi untuk mengimpor dan menampilkan file berformat *glTF/GLB* secara lebih mudah dan efisien. Format *GLB* dipilih karena mampu menyimpan model 3D beserta material dan teksturnya dalam satu file, sehingga proses penggunaan objek 3D di *Unity* menjadi lebih praktis. Pembuatan objek 3D hewan untuk aplikasi pengenalan hewan mamalia melalui jejak kaki dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pembuatan Objek 3D Hewan

Assembly

Pada tahap *assembly* aplikasi mulai disusun berdasarkan *storyboard* yang telah dibuat sebelumnya. Semua komponen seperti desain antarmuka, tombol, gambar, suara, model 3D hewan, fitur AR, dan kuis digabungkan menjadi satu aplikasi utuh.

Desain aplikasi dibuat dalam bentuk *high-fidelity* menggunakan *Figma* agar tampilan lebih rapi dan mudah dipahami. Aplikasi ini memiliki beberapa halaman utama antara lain beranda, *AR Scan*, ensiklopedia hewan, kuis, dan profil. Pada halaman beranda, pengguna dapat memilih menu yang tersedia. Melalui ensiklopedia, pengguna dapat melihat informasi hewan mamalia, seperti nama hewan, ciri-ciri, habitat, dan bentuk jejak kakinya. Sementara itu menu profil memuat panduan penggunaan aplikasi dan informasi tentang aplikasi.



Gambar 10. Tangkapan Layar Halaman Profil

Fitur *Augmented Reality (AR)* dalam aplikasi ini dikembangkan dengan memanfaatkan *Vuforia SDK* yang dihubungkan dengan *Unity 3D*. *Marker* yang digunakan berbentuk gambar jejak kaki hewan mamalia. Gambar tersebut kemudian diunggah ke *Vuforia Target Manager* dan didaftarkan sebagai *database marker*. Setiap gambar *marker* yang dimasukkan ke *Vuforia* akan melalui proses analisis untuk mengetahui tingkat kemampuannya dalam dikenali oleh kamera. Setelah *marker* berhasil dibuat, database tersebut diunduh lalu diimpor ke dalam proyek *Unity*. Pada tahap implementasi, bahasa pemrograman *C#* digunakan untuk mengatur alur kerja aplikasi, mulai dari proses kamera mendeteksi *marker*, menampilkan model 3D hewan sesuai dengan jejak kaki yang dikenali, hingga menjalankan audio sebagai pendukung pembelajaran. Tampilan *database marker* pada *Vuforia Target Manager* ditunjukkan pada Gambar 11.

Jejak_Kaki Edit Name Change License Key						
Type: Device						
Targets (20)						
Add Target			Download Database (All)			
☐	Image	Target Name	Type	Rating ^①	Status [▼]	Date Modified
☐		macankumbang	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		orangutan	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		hiena	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		kambing	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		rubah	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		cheetah	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026
☐		badak	Image	★★★★★	Active	Jun 25, 2026

Gambar 11. Tampilan Database Marker pada Vuforia Target Manager

Pengujian Black Tox Testing

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah setiap fitur yang tersedia dapat berfungsi sesuai dengan rancangan dan kebutuhan pengguna. Metode pengujian yang digunakan adalah *black-box testing*, yaitu teknik pengujian perangkat lunak yang menilai fungsi aplikasi berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan, tanpa memeriksa struktur kode program secara langsung [15]. Melalui metode ini, penguji menjalankan beberapa skenario penggunaan dari sisi pengguna akhir, kemudian membandingkan hasil yang muncul dengan hasil yang diharapkan. Pengujian ini digunakan untuk menilai sistem berdasarkan kondisi input yang dirancang agar seluruh fungsi aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan [19]. Adapun hasil pengujian terhadap fitur-fitur utama aplikasi ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Black Tox Testing* Aplikasi Satapak

No.	Fitur yang Diuji	Input	Proses yang Diuji	Output yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Navigasi Beranda	Membuka aplikasi	Sistem menampilkan halaman utama aplikasi	Halaman beranda tampil dengan menu AR Scan, Eksplorasi, Kuis, dan Profil	Beranda berhasil ditampilkan
2	Navigasi AR Scan	Arahkan kamera ke <i>marker</i> jejak kaki	Sistem mengenali <i>marker</i> dan menampilkan objek hewan 3D, suara, informasi hewan, serta tombol reset	Model 3D hewan, suara hewan, informasi hewan, dan tombol reset tampil sesuai <i>marker</i>	Fitur AR Scan berhasil berjalan
3	Navigasi Eksplorasi	Klik tombol “Eksplorasi”	Sistem membuka halaman eksplorasi hewan	Halaman eksplorasi tampil dengan kategori Herbivora dan Karnivora serta tombol unduh jejak kaki	Navigasi eksplorasi berhasil
4	Navigasi Kuis	Klik tombol “Kuis”	Sistem membuka halaman kuis	Halaman kuis tampil dengan tombol mulai	Navigasi kuis berhasil
5	Fitur Kuis	Klik tombol “Mulai” dan pilih jawaban	Sistem menampilkan soal berupa jejak kaki dan suara hewan, lalu memproses jawaban pengguna	Soal kuis tampil, jawaban dapat dipilih, dan sistem melanjutkan ke soal berikutnya	Fitur kuis berhasil berjalan
6	Navigasi Profil	Klik tombol “Profil”	Sistem membuka halaman profil aplikasi	Halaman profil tampil dengan menu Cara Bermain, Tentang Aplikasi, dan Keluar	Navigasi profil berhasil
7	Validasi Jawaban Kuis	Klik opsi jawaban yang salah	Sistem mengecek kesesuaian jawaban dan mendeteksi pilihan yang tidak tepat	Sistem memberikan peringatan suara “not not” yang ramah untuk anak	Validasi kesalahan jawaban berhasil
8	Validasi <i>Pop-up</i> Petunjuk Scan AR	Klik area di luar tombol “X” (seperti latar belakang layar, tombol kembali, atau tombol <i>scan</i>)	Sistem memblokir interaksi di luar tanda X dan mengecek aksi input pengguna saat <i>pop-up</i> petunjuk aktif	Sistem menampilkan peringatan “Klik tanda X terlebih dahulu teman :)” selama 3 detik dan <i>pop-up</i> petunjuk tetap berada di layar	Validasi batasan klik berhasil

Pengujian SUS (*System Usability Scale*)

Selain pengujian fungsionalitas, penelitian ini juga mengukur tingkat usabilitas dan penerimaan pengguna akhir melalui metode *System Usability Scale* (SUS). Kuesioner SUS dibagikan kepada 15 responden yang terdiri dari guru PAUD dan orang tua murid. Berdasarkan perhitungan hasil kuesioner, diperoleh rata-rata skor SUS sebesar 86,5. Mengacu pada kategori penilaian Bangor, skor tersebut berada pada rentang predikat *Excellent* (Sangat Baik) dengan tingkat penerimaan *Acceptable* (Dapat Diterima). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pengenalan jejak kaki hewan berbasis *Augmented Reality* ini terbukti mudah digunakan, interaktif, dan efektif diterima sebagai media pembelajaran oleh para pendidik maupun pendamping anak usia dini. Hasil responden dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Pengujian SUS (*System usability scale*) Aplikasi Satapak

Responden	Kategori	Pertanyaan										Skor SUS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R1	Orang Tua	4	2	3	2	5	1	5	2	5	1	85
R2	Orang Tua	3	2	4	1	5	1	3	2	4	3	75
R3	Orang Tua	4	2	5	1	3	3	5	1	3	1	80
R4	Orang Tua	4	2	5	2	4	1	4	2	4	1	82,5
R5	Orang Tua	5	1	5	1	4	3	5	1	5	2	90
R6	Orang Tua	5	2	5	2	5	3	5	1	4	1	87,5
R7	Orang Tua	3	1	4	1	3	1	5	2	5	3	80
R8	Orang Tua	5	3	5	1	3	1	5	2	5	1	87,5
R9	Orang Tua	5	1	5	2	5	1	4	1	5	1	95
R10	Orang Tua	4	1	5	1	5	2	4	2	5	1	90
R11	Orang Tua	5	2	5	2	5	1	4	1	4	1	90
R12	Orang Tua	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	95
R13	Guru PAUD	4	2	4	2	4	1	4	1	5	1	85
R14	Guru PAUD	3	1	4	2	5	1	5	1	5	1	90
R15	Guru PAUD	3	1	5	2	5	1	5	2	3	1	85
Rata-rata Skor SUS:											86,5	

Distribution

Setelah aplikasi dinyatakan layak digunakan, tahap selanjutnya adalah proses distribusi dengan membagikan file instalasi aplikasi dalam bentuk .apk kepada pengguna melalui media penyimpanan lokal maupun aplikasi berbagi file. Melalui tahap distribusi ini, aplikasi diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif bagi guru, orang tua dan anak-anak PAUD dalam mengenalkan hewan mamalia melalui jejak kaki berbasis *Augmented Reality*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk pengenalan hewan mamalia melalui jejak kaki berhasil dirancang dan dibangun sebagai media pembelajaran interaktif bagi anak usia dini/PAUD. Aplikasi ini dikembangkan melalui beberapa tahapan mulai dari perancangan konsep, desain antarmuka, pengumpulan aset, pembuatan aplikasi, pengujian, hingga distribusi. Dengan memanfaatkan marker berupa kartu jejak kaki, aplikasi dapat menampilkan objek hewan dalam bentuk 3D yang dilengkapi dengan informasi dan suara hewan. Fitur-fitur utama seperti Beranda, Eksplorasi, AR Scan, Kuis, Profil, *audio*, informasi hewan, serta tombol pendukung juga dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran tambahan yang dapat membantu guru, orang tua, dan anak-anak PAUD dalam mengenalkan hewan mamalia melalui cara yang lebih menarik, interaktif, dan menyenangkan. Pengujian tingkat penerimaan dan kebergunaan aplikasi mencatatkan rata-rata skor SUS sebesar 86,5 (Kategori *Excellent*) berdasarkan respons dari pihak guru dan orang tua. Hal ini menunjukkan aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran tambahan yang dapat membantu guru dan orang tua.

Pengembangan selanjutnya aplikasi ini masih dapat ditingkatkan agar pengalaman belajar anak menjadi lebih baik. Pengembangan dapat dilakukan dengan menambahkan animasi gerak pada hewan, narasi suara yang lebih ramah anak, Selain itu, jumlah hewan mamalia juga dapat diperbanyak, terutama hewan yang dekat dengan lingkungan anak atau

hewan khas Indonesia, agar materi pembelajaran menjadi lebih bervariasi. Aplikasi ini masih dikembangkan untuk sistem operasi Android, sehingga pada pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan dukungan untuk sistem operasi lain, seperti *iOS* agar jangkauan pengguna menjadi lebih luas. Dengan adanya pengembangan tersebut, aplikasi diharapkan tidak hanya menjadi media pengenalan hewan, tetapi juga mampu mendukung proses belajar anak secara lebih aktif, menyenangkan, dan bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Rachim, A. Salim, and Qomario, "PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TERHADAP KEAKTIFAN BELAJAR SISWA DALAM PENDIDIKAN MODERN," vol. 4, no. 1, pp. 594–605, 2024.
- [2] A. S. Cahyaningtyas, "Pembelajaran Menggunakan Augment Reality Untuk Anak Usia Dini Di Indonesia," *J. Teknol. Pendidik. J. Penelit. dan Pengemb. Pembelajaran*, vol. 5, no. 1, p. 20, 2020, doi: 10.33394/jtp.v5i1.2850.
- [3] Niningsih, A. Salam, and S. Ramadhan, "Penerapan Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Berbasis Augmented Reality Untuk Anak Usia Dini di TKN 26 Lelamase," *Golden Age Incl. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 51–65, 2025.
- [4] S. Fuada and N. Azizah, "Penggunaan Augmented Reality di Google Chrome Android Sebagai Media Pengenalan Binatang Pada Anak Usia Dini," *J. Pengabd. Masy. IPTEKS*, vol. 9, no. 1, pp. 56–64, 2023, doi: 10.32528/jpmi.v9i1.550.
- [5] R. S. Ritonga, Z. Syahputra, D. Arifin, and I. M. Sari, "Pengembangan Media Pembelajaran Smart Board Berbasis Augmented Reality Untuk Pengenalan Hewan Pada Anak Usia Dini," *J. PG-PAUD Trunojoyo J. Pendidik. dan Pembelajaran Anak Usia Dini*, vol. 9, no. 1, pp. 40–46, 2022, doi: 10.21107/pgpaudtrunojoyo.v9i1.13418.
- [6] S. N. Ambo and M. R. Sidik, "Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Hewan Primata Untuk Anak Usia Dini," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf.*, vol. 1, pp. 511–515, 2022.
- [7] C. Atikah, I. Rusdiyani, and R. Ridela, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Tema Binatang Purba Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Anak Usia Dini Kelompok B (5-6) Tahun di TK Tunas Insan Kamil Kota Serang," *JEA (Jurnal Edukasi AUD)*, vol. 9, no. 2, pp. 89–101, 2023, doi: 10.18592/jea.v9i2.9326.
- [8] F. Fadila, Safriani, Eliana, and M. Khaddafi, "Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif: Wawancara (Data Collection In Qualitative Research: Interviews)," *J. Intelek Insa. Cendikia*, vol. 2, no. 7, pp. 13446–13449, 2025.
- [9] N. H. Azizah, Halida, and Lukmanulhaki, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATERI MENGENAL HEWAN LAUT BAGI ANAK USIA 5-6 TAHUN," pp. 376–387, 2025.
- [10] K. Fathoni, Y. Setiowati, and R. Muhammad, "Rancang Bangun Aplikasi Modul Pembelajaran Satwa Untuk Anak Berbasis Mobile Augmented Reality," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 32, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1797.
- [11] C. Mauda and D. Zaliluddin, "PENGEMBANGAN GAME EDUKASI DENGAN PENDEKATAN MDLC: GAME ZAT GIZI UNTUK GENERASI DIGITAL," pp. 509–515, 2025.
- [12] N. K. A. R. Dewi, E. M. Dharma, and I. Paramitha, "PENGEMBANGAN APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN TUMBUHAN SUMBER KEHIDUPAN DENGAN METODE MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE," vol. 6, no. 2, pp. 271–285, 2024.
- [13] M. R. Pangestu and Suriati, "Augmented Reality Berbasis Android untuk Pengenalan Alat Pernapasan Menggunakan Metode Marker Based Tracking," vol. 6, no. 1, pp. 14–26, 2026.
- [14] A. Syahputri, *APLIKASI PENGENALAN BAHAN MAKANAN GIZI SEIMBANG DENGAN MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY BAGI ANAK USIA DINI*, no. 8.5.2017. 2022.
- [15] S. B. Wicaksono, A. Y. Badharudin, R. Muktiadi, and S. Sugiyanto, "Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android JURNAL MEDIA INFORMATIKA [JUMIN]," vol. 6, no. 3, pp. 2233–2243, 2025.
- [16] A. Setyawan and Norhikmah, "Aplikasi Augmented Reality Pada Photo Booth Di Kagungan Dalem Wahanarata Karaton Ngayogyakarta Hadiningrat," vol. 24, pp. 139–145, 2024.
- [17] T. Pinandita *et al.*, "An Analysis of Technology Issues in Mobile Augmented Reality Related work," vol. 47, pp. 23–30, 2023.
- [18] R. Ziatdinov, "Generating Digital Models Using Text-to-3D and Image-to-3D Prompts : Critical Case Study," pp. 3–8.

- [19] L. R. Husada, “PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS MULTIMEDIA UNTUK PELAJARAN AHLUSSUNNAH,” vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2022.