

Pengembangan Aplikasi Marker-based Augmented Reality untuk Visualisasi Dinosaur di SD Ngemplak Nganti

Arif Pramudwiatmoko^{1*}, Rezaldy Ananda Putra²

^{1,2)} Program Studi Teknik Komputer, Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Siliwangi (Ringroas Utara), Jombor, Sleman, D.I. Yogyakarta
Email: arif.pramudwiatmoko@uty.ac.id¹, untukmail26@gmail.com²

ABSTRAK

Pengenalan dinosaur di sekolah dasar masih menghadapi kendala berupa keterbatasan ilustrasi yang menarik dan realistis. Metode konvensional seperti buku teks hanya menyajikan gambar statis yang kurang mampu menggambarkan bentuk dan perilaku dinosaur secara utuh. Aplikasi Augmented Reality (AR) semakin banyak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif yang mendukung visualisasi interaktif dan menarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR berbasis *marker* (*marker-based AR*) untuk memvisualisasikan dinosaur di SD Negeri Ngemplak Nganti. Aplikasi ini menggunakan teknologi *marker-based* untuk menampilkan model 3D dinosaur secara realistis sesuai dengan *marker* (penanda) yang terpantau melalui perangkat *mobile* berbasis Android. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem dengan model Waterfall, yang meliputi tahapan pengumpulan data, analisis kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil menampilkan objek 3D sesuai *marker* yang digunakan, dengan tingkat keberhasilan fungsionalitas mencapai 100%. Aplikasi ini kompatibel dengan perangkat Android versi 8 ke atas dan diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan aplikasi pendidikan serupa.

Kata kunci: Augmented Reality, Marker-Based, Android, Visualisasi 3D, Dinosaur.

ABSTRACT

Introduction of dinosaurs in elementary schools still faces obstacles in the form of limited interesting and realistic illustrations. Conventional methods such as textbooks only present static images that are less able to describe the shape and behavior of dinosaurs in their entirety. Augmented Reality (AR) applications are increasingly used as innovative learning media that support interactive and interesting visualizations. This study aims to develop a marker-based AR application to visualize dinosaurs at Ngemplak Nganti Elementary School. This application uses marker-based technology to display 3D dinosaur models realistically according to the markers monitored via Android-based mobile devices. This study uses a system development method with the Waterfall model, which includes the stages of data collection, needs analysis, design, implementation, and testing. The test results show that the application successfully displays 3D objects according to the markers used, with a functional success rate of 100%. This application is compatible with Android devices version 8 and above and is expected to be a reference for the development of similar educational applications.

Keywords: Augmented Reality, Marker-Based, Android, 3D Visualization, Dinosaur.

Pendahuluan

Teknologi Augmented Reality (AR) semakin berkembang pesat dan banyak digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya bidang pendidikan. AR mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan imersif dengan kemampuan mengintegrasikan dunia nyata dan virtual melalui perangkat *mobile* (Juliansyach, 2023). Dalam pendidikan sekolah dasar seperti pada mata pelajaran sejarah alam dan biologi, teknologi AR berpotensi besar untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak, seperti mengenalkan kehidupan hewan purba (dinosaurus) yang tidak dapat diamati secara langsung (Waro & Ikrimach, 2024).

Salah satu tantangan dalam pembelajaran tentang dinosaurus adalah keterbatasan dalam memberikan ilustrasi yang menarik dan realistis. Metode pembelajaran konvensional melalui penggunaan buku teks dengan gambar statis kurang efektif dalam memberikan gambaran utuh mengenai bentuk, ukuran, dan perilaku dinosaurus. Kondisi ini dapat mengurangi minat belajar siswa yang berakibat penurunan efektivitas pembelajaran. Penggunaan aplikasi AR memungkinkan siswa melihat visualisasi dinosaurus dalam bentuk model 3D yang dapat bergerak, diputar, diperbesar, atau diperkecil sesuai kebutuhan. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan menarik (Sari et al., 2024).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan visual 3D dalam pendidikan memberikan dampak positif dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa (Cahyono & Suharto, 2022). Penggunaan *virtual reality* (VR) dalam pembelajaran mampu meningkatkan perhatian dan pemahaman terhadap penyampaian materi oleh pengajar dalam proses belajar (Revianti & Anggoro, 2022; Yuliska et al., 2024). Sari dkk. (2024) mengungkapkan bahwa teknologi AR mampu meningkatkan motivasi siswa dalam proses pembelajaran. Hallaby & Syahputra (2024) telah berhasil mengimplementasikan teknologi AR dalam pembelajaran biologi di berbagai level pendidikan dengan hasil yang positif. Penelitian oleh Angraini dkk. (2023) juga membuktikan bahwa AR efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa dalam mata pelajaran matematika. Penggunaan AR untuk *game* edukasi juga sudah dilakukan dan berdampak positif (Amanatidis, 2022; Liu et al., 2024). Penelitian-penelitian tersebut menguatkan keyakinan bahwa AR mempunyai peran penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan interaksi pengguna di berbagai bidang, terutama pendidikan.

Faiza dkk. (2022) mengemukakan bahwa media pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan hasil belajar siswa dari 55% menjadi 100%. Siswa menjadi lebih aktif dan tidak mudah bosan selama proses pembelajaran berlangsung. Temuan ini mendukung potensi AR sebagai media bantu belajar yang efektif, terutama dalam materi pembelajaran yang memerlukan visualisasi yang kompleks dan menarik.

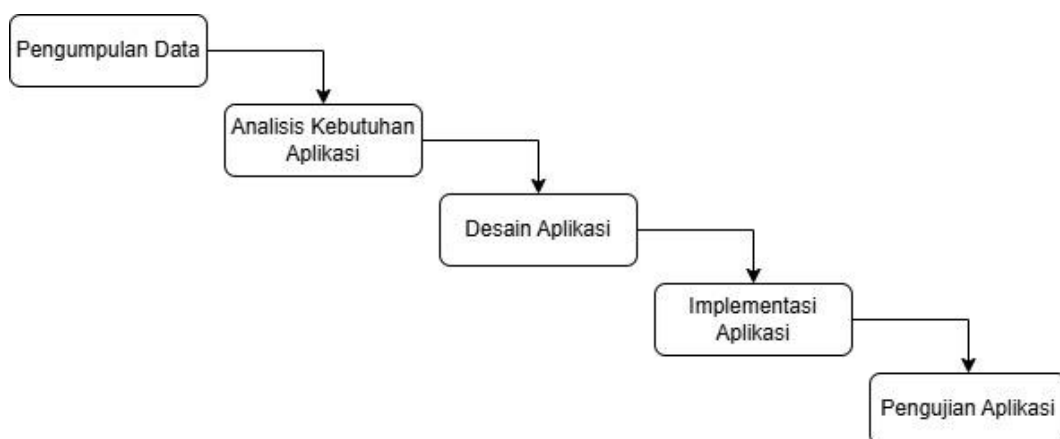
Penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi AR untuk mengenalkan dan memvisualisasikan dinosaurus di SD Negeri Ngemplak Nganti. Aplikasi ini dirancang khusus untuk perangkat *mobile* berbasis Android dengan teknologi *marker-based* untuk menampilkan objek 3D dinosaurus. Aplikasi ini dikhususkan untuk mendukung perangkat dengan sistem operasi Android versi 8 (Oreo) atau yang lebih baru. Pengembangan aplikasi tidak mencakup platform lain seperti iOS atau desktop.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi AR sebagai media pembelajaran interaktif yang membantu siswa mengenal dan memvisualisasikan dinosaurus melalui perangkat *mobile*. Aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar

siswa, memberikan pengalaman belajar yang imersif, dan menjadi referensi bagi pengembangan aplikasi edukatif serupa di masa depan. Selain itu, aplikasi ini diharapkan dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pelajaran dengan cara yang lebih menarik dan efektif, khususnya dalam mata pelajaran sejarah alam dan biologi di tingkat sekolah dasar.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) dengan Model Waterfall dapat dilihat pada gambar 1, yang meliputi tahapan pengumpulan data, analisis kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian (Gambar 1). Model Waterfall dipilih karena memberikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam pengembangan aplikasi perangkat lunak, khususnya dalam menciptakan aplikasi AR untuk mengenalkan dan memvisualisasikan dinosaurus di SD Negeri Ngemplak Nganti, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Aplikasi AR visualisasi dinosaurus beserta *marker* tersebut akan diinventarisasikan diperpustakaan sebagai pustaka digital penambah wawasan pengetahuan umum para siswa.



Gambar 1. Model Metode Waterfall yang digunakan dalam Penelitian.

Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi, wawancara, dan studi pustaka. Observasi dilakukan di SD Negeri Ngemplak Nganti untuk memahami kebutuhan pembelajaran dan lingkungan belajar siswa. Wawancara dilakukan dengan kepala sekolah dan beberapa guru untuk mengetahui relevansi aplikasi AR dengan kurikulum pendidikan di sekolah tersebut. Studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi dari jurnal ilmiah dan artikel terkait mengenai penerapan teknologi AR dalam pendidikan.

Analisis Kebutuhan Aplikasi

Pada tahap ini, kebutuhan aplikasi dianalisis, meliputi kebutuhan platform pengembangan aplikasi, masukan & luaran aplikasi, dan batasan aplikasi. Aplikasi dibangun pada platform Android menggunakan *Engine Game* Unity dengan memanfaatkan *library* dari Vuforia SDK untuk teknologi *marker-based tracking*. Perangkat lunak Blender 3D digunakan

untuk pembuatan model 3D, tekstur, simulasi, animasi, *rendering*, hingga *compositing*. Aplikasi *marker-based* AR ini menggunakan masukan gambar penanda (*Image Target*) yang mana penanda tersebut akan dipindah oleh kamera dan setelah terbaca maka objek AR akan ditampilkan. Luaran dari aplikasi ini adalah objek visual berbentuk yang ditampilkan pada layar perangkat *mobile*. Aplikasi ini berjalan pada sistem operasi berbasis Android paling rendah Android 8 (Oreo) dan tidak mendukung untuk berjalan di perangkat lain.

Desain Aplikasi

Tahap ini berisi desain arsitektur sistem untuk memberi gambaran bagaimana sistem dibangun. Langkahnya meliputi pembuatan diagram alir aplikasi, Use Case Diagram, dan Sequence Diagram.

Implementasi Aplikasi

Pada tahap implementasi aplikasi, desain yang telah dibuat diimplementasikan menjadi aplikasi yang dapat digunakan. Aplikasi ini memiliki beberapa menu utama untuk mendukung fungsionalitasnya.

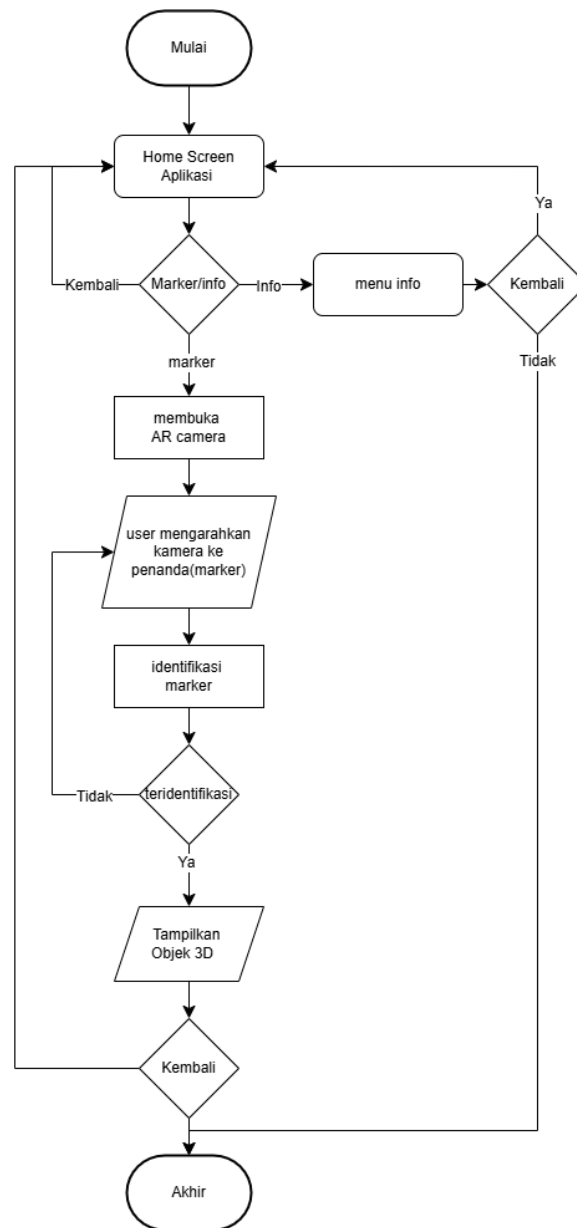
Pengujian Aplikasi

Tahap pengujian dilakukan menggunakan Metode Black Box Testing untuk memastikan semua fitur aplikasi berfungsi sesuai spesifikasi. Pengujian meliputi uji fungsionalitas, uji kompatibilitas perangkat, dan uji performa aplikasi dalam menampilkan objek 3D berdasarkan *marker*. Pengujian kompatibilitas dilakukan pada beberapa perangkat dengan versi Android berbeda untuk memastikan aplikasi dapat berjalan dengan baik pada berbagai jenis perangkat *mobile*. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan aplikasi dalam menampilkan visualisasi dinosaurus secara interaktif dan realistis. Hasil pengujian juga digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki dan menyempurnakan aplikasi sebelum diimplementasikan di lingkungan pembelajaran.

Hasil dan Pembahasan

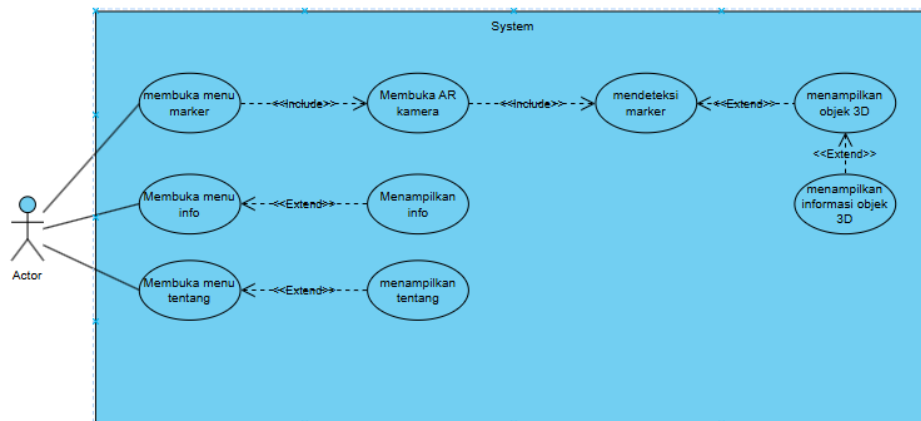
Desain dan Implementasi Aplikasi

Diagram alir aplikasi dibuat untuk memberi gambaran jalannya sebuah program dari satu proses ke proses lainnya agar alur program dapat mudah dipahami oleh orang lain. Diagram alur aplikasi ini ditunjukkan pada gambar 2.



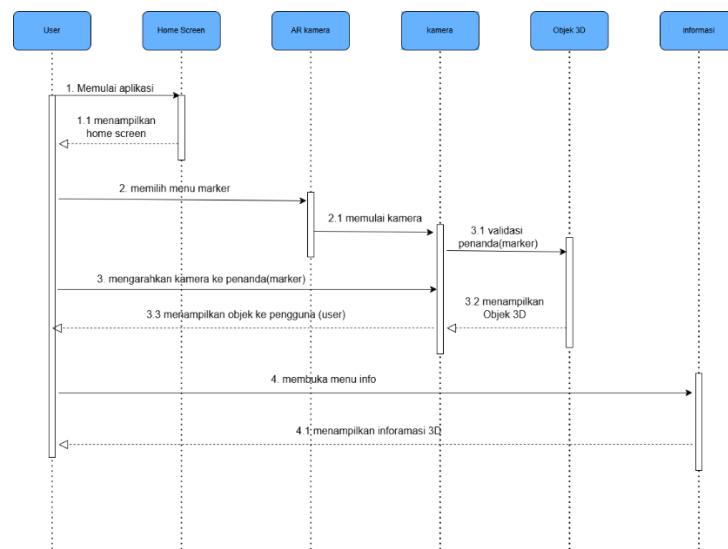
Gambar 2. Diagram Alir Aplikasi AR Visualisasi Dinosaurus.

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan proses aktivitas sistem secara berurut. Sesuai Use Case Diagram tersebut (Gambar 3), pengguna dapat memulai proses AR dengan membuka kamera AR yang secara langsung terhubung dengan mendeteksi *marker*. Jika *marker* berhasil dideteksi maka sistem akan menampilkan objek 3D dinosaurus.



Gambar 3. Use Case Diagram Aplikasi AR Visualisasi Dinosaurus.

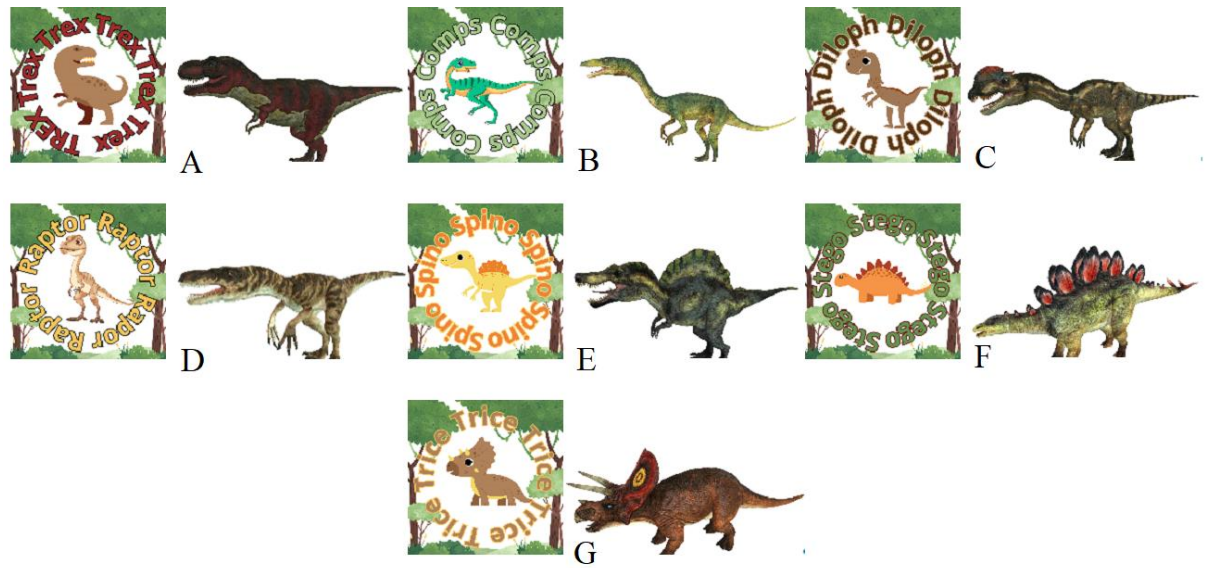
Sequence diagram secara khusus menjabarkan *behavior* sebuah skenario tunggal. Digaram tersebut menunjukkan sejumlah objek contoh dan pesan-pesan yang melewati objek ini dalam sebuah *use case* (Andhika et al., 2022). Sequence diagram penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sequence Diagram Aplikasi AR Visualisasi Dinosaurus.

Penanda (*marker*) digunakan untuk menentukan objek 3D dinosaurus apa yang akan dimunculkan. Pada aplikasi ini terdapat 7 *marker* yang disediakan yaitu:

1. Dinosaurus *Tyrannosaurus rex* dilihat pada Gambar 5A
2. *Compsognathus* dilihat pada Gambar 5B
3. *Dilophosaurus* dilihat pada Gambar 5C
4. *Raptor* dilihat pada Gambar 5D
5. *Spinosaurus* dilihat pada Gambar 5E
6. *Stegosaurus* dilihat pada Gambar 5F
7. dan *Triceratop* dilihat pada Gambar 5G.



Gambar 5. Marker dan bentuk objek 3D yang ditampilkan.

5A. *Tyrannosaurus rex*. 5B. *Compsognathus*. 5C. *Dilophosaurus*.
 5D. *Raptor*. 5E. *Spinosaurus*. 5F. *Stegosaurus*. 5G. *Triceratops*.

Tampilan-tampilan aplikasi merupakan implementasi dari rancangan alur, proses, dan interaksi pengguna. Terdapat 4 tampilan pokok dalam aplikasi ini yaitu:

1. Tampilan Menu Utama, Menu Utama adalah tampilan awal ketika membuka aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 6A.
2. Tampilan Menu Tentang berisi informasi dari aplikasi yang dibuat, yaitu aplikasi *augmented reality* yang digunakan untuk memvisualisasikan dinosaurus yang dapat dilihat pada Gambar 6B.
3. Tampilan Menu Marker berisi *scene* di mana kamera AR diaktifkan untuk menampilkan objek sesuai *marker* yang tertangkap kamera tersebut dapat dilihat pada Gambar 6C.
4. Tampilan Menu Info berisi informasi tentang dinosaurus-dinosaurus yang menjadi objek 3D di aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 6D.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi AR Visualisasi Dinosaurus.
6A. Tampilan Menu Utama. 6B. Tampilan Menu Tentang.
6C. Tampilan Menu Marker. 6D. Tampilan Menu Info.

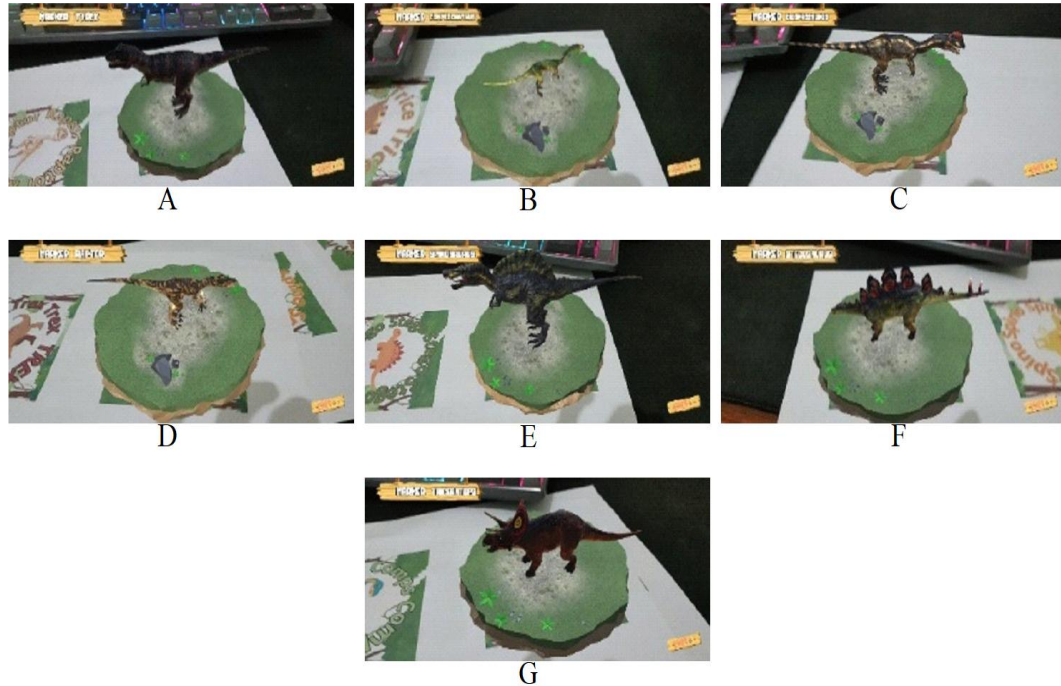
Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan Metode Blackbox untuk menguji fungsionalitas tampilan dan visualisasi objek 3D sesuai marker yang ditangkap kamera AR. Kemudian kompatibilitas aplikasi diujikan pada beberapa perangkat *mobile* dengan versi sistem operasi yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi mampu bekerja sesuai dengan fungsionalitas yang dirancang.

Tabel 1. Pengujian Fungsionalitas Aplikasi AR Visualisasi Dinosaurus.

No	Aspek Uji	Hasil	Keberhasilan
1	Tampilan Menu Utama	Menu Utama pembuka aplikasi tampil dengan baik.	Berhasil
2	Tampilan Menu Tentang	Menu Tentang tampil dengan baik, menampilkan informasi tentang aplikasi.	Berhasil
3	Tampilan Menu Marker	Menu Marker tampil dengan baik, siap untuk memindai penanda objek virtual.	Berhasil
4	Tampilan Menu Info	Menu Info tampil dengan baik dan mampu menampilkan informasi tentang masing-masing dinosaurus yang disediakan.	Berhasil
5	Tombol Exit	Tombol Exit berfungsi dengan baik untuk mengakhiri aplikasi dengan menampilkan pop-up klarifikasi.	Berhasil
6	Pemindaian <i>marker</i>	Pemindaian berlangsung dengan baik dan menampilkan setiap objek 3D dinosaurus dengan tepat.	Berhasil

Tampilan-tampilan menu mampu dimunculkan dengan baik dan tombol-tombol bekerja dengan semestinya. Aplikasi mampu menampilkan objek 3D dinosaurus sesuai dengan *marker* yang disematkan tanpa tertukar objek hewan lain dapat dilihat Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Objek 3D Dinosaurus Hasil Pemindaian Marker.

A. *Tyrannosaurus rex*. B. *Compsognathus*. C. *Dilophosaurus*.
 D. *Raptor*. E. *Spinosaurus*. F. *Stegosaurus*. G. *Triceratop*.

Keberhasilan fungsi tampilan, tombol, dan visualisasi objek 3D mencapai 100%. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi berhasil dikembangkan dengan baik. Berdasarkan uji kompatibilitas hal ini dapat dilihat dalam Tabel 2, aplikasi pun mampu dioperasikan di berbagai perangkat *mobile* bersistem operasi Android, dengan minimal versi Android adalah 8 sesuai rancangan awal.

Tabel 2. Hasil Uji Kompabilitas Aplikasi AR.

No	Perangkat	Sistem Operasi	Keberhasilan
1	Realme 6 Pro	Android 11	Berhasil
2	Vivo Y30	Android 12	Berhasil
3	Realme 3 Pro	Android 10	Berhasil
4	OnePlus 5	Android 8	Berhasil

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi marker-based Augmented Reality untuk memvisualisasikan dinosaurus di SD Negeri Ngemplak Nganti. Aplikasi ini mampu menampilkan objek 3D dinosaurus secara realistis dan interaktif menggunakan perangkat mobile berbasis Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat keberhasilan fungsionalitas mencapai 100%, termasuk dalam aspek tampilan menu, pemindaian marker, dan visualisasi objek 3D dinosaurus. Selain itu, aplikasi ini kompatibel dengan berbagai perangkat Android dengan minimal sistem operasi Android 8. Dengan kemampuan menghadirkan pengalaman belajar yang imersif, aplikasi AR visualisasi dinosaurus ini diharapkan mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa dalam mempelajari materi sejarah alam, khususnya tentang dinosaurus. ke depan, pengembangan lebih lanjut disarankan untuk dapat menambahkan fitur tambahan seperti animasi gerak pada objek 3D dan pengembangan untuk platform lain selain Android.

Daftar Pustaka

- Amanatidis, N. (2022). Augmented Reality in Education and Educational Games-Implementation and Evaluation: A Focused Literature Review. *Computers and Children*, 1(1), em002. <https://doi.org/10.29333/cac/11925>
- Andhika, D. I., Muharrom, M., Prayitno, E., & Siregar, J. (2022). Rancang Bangun Sistem Penerimaan Dokumen Pada PT. Reasuransi Indonesia Utama. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (JITEK)*, 2(2), 136–145. <https://doi.org/10.55606/jitek.v2i2.225>
- Angraini, L. M., Yolanda, F., & Muhammad, I. (2023). Augmented Reality: The Improvement of Computational Thinking Based on Students' Initial Mathematical Ability. *International Journal of Instruction*, 16(3), 1033–1054. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16355a>
- Cahyono, A., & Suharto, B. H. (2022). Framework Kelas Virtual Berbasis Hologram Tiga Dimensi untuk Meningkatkan Motivasi Siswa dalam Belajar. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(1), 82. <https://doi.org/10.26798/jiko.v6i1.536>
- Faiza, M. N., Yani, M. T., & Suprijono, A. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran IPS Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Kompetensi Pengetahuan Siswa. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8686–8694. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3901>
- Hallaby, S. F., & Syahputra, A. (2024). Improving Biology Learning Through Augmented Reality Technology in Indonesia: A Review. *JISA(Jurnal Informatika Dan Sains)*, 7(1), 92–96. <https://doi.org/10.31326/jisa.v7i1.2029>
- Juliansyach, M. D. (2023). Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Hewan untuk Anak Usia Dini Berbasis Android. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 2(4), 1155–1166. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i4.753>
- Liu, B., Wan, X., Li, X., Zhu, D., & Liu, Z. (2024). An Augmented Reality Serious Game for Children's Optical Science Education: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 12(1), e47807–e47807. <https://doi.org/10.2196/47807>

- Revianti, S. L., & Anggoro, P. D. W. (2022). Interaksi Kolaboratif Menggunakan Virtual Reality Berbasis Web dalam Pembelajaran Bahasa Inggris. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(1), 102. <https://doi.org/10.26798/jiko.v6i1.535>
- Sari, U. P., Suwarma, D. M., Subroto, D. E., Roswati, R., Jenuri, J., & Hita, I. P. A. D. (2024). Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality terhadap Tingkat Ketertarikan Belajar Siswa dalam Penyampaian Materi Pembelajaran. *Journal on Education*, 06(03), 17672–17679.
- Waro, A. S., & Ikrimach, I. (2024). Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Purba Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Teknik Informasi Dan Komputer (Tekinkom)*, 7(1), 181. <https://doi.org/10.37600/tekinkom.v7i1.1281>
- Yuliska, Fikri, A., Syaliman, K. U., & Ardiyanto. (2024). Pengembangan Augmented Reality Candi Muara Takus Berbasis Android sebagai Pembelajaran Sejarah. *JURNAL UNITEK*, 17(2), 258–270. <https://doi.org/10.52072/unitek.v17i2.1120>