

# Implementasi Augmented Reality Berbasis Android dengan Metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) pada Media Pembelajaran Monumen Bersejarah di Kabupaten Lamongan

Penulis Pertama<sup>1</sup>, Hafizhuddin Zul Fahmi<sup>2</sup>

*Manajemen Infromormatika, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya*

*Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231*

<sup>1</sup>rayhan.20042@mhs.unesa.ac.id

<sup>2</sup>hafizhuddinfahmi@unesa.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi Augmented Reality (AR) berbasis Android pada media pembelajaran monumen bersejarah di Kabupaten Lamongan dengan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Teknologi AR pengguna melihat elemen digital yang menyatu dengan dunia nyata, menciptakan pengalaman belajar interaktif yang menarik. Kabupaten Lamongan dipilih karena memiliki monumen bersejarah dengan potensi tinggi sebagai media pembelajaran. Kajian teori yang mendasari penelitian ini meliputi penelitian terdahulu, dasar teori AR, Marker-Based Tracking, Android, Unity, Vuforia, dan metode MDLC. Penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi untuk pengembangan sistem, sementara metode MDLC digunakan untuk mengidentifikasi masalah, mengkaji literatur, menerapkan teknologi AR, dan menarik kesimpulan. Proses pengembangan aplikasi mencakup perancangan sistem dengan desain sistem dan activity diagram untuk menggambarkan alur kerja aplikasi, memastikan interaksi antara elemen digital dan monumen berjalan optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran inovatif sekaligus menjadi referensi bagi penerapan teknologi AR dalam konteks pendidikan sejarah.

**Kata kunci**— Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Android, Media Pembelajaran.

**Abstract**— This study aims to implement *Android-based Augmented Reality (AR) technology in historical monument learning media in Lamongan Regency using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method*. AR technology allows users to see digital elements that blend in with the real world, creating an engaging interactive learning experience. Lamongan Regency was chosen because it has historical monuments with high potential as a learning medium. The theoretical studies underlying this research include previous research, the basis of AR theory, Marker-Based Tracking, Android, Unity, Vuforia, and the MDLC method. Previous research was used as a reference for system development, while the MDLC method was used to identify problems, review the literature, apply AR technology, and draw conclusions. The application development process includes designing a system with system design and activity diagrams to illustrate the application workflow, ensuring that the interaction between digital elements and monuments runs optimally. The results of this research are expected to contribute to the

*development of innovative learning media as well as a reference for the application of AR technology in the context of history education.*

**Keywords**— Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Android, Learning Media.

## I. PENDAHULUAN

Pendidikan di era digital menghadapi tantangan untuk mengadopsi teknologi terkini guna meningkatkan kualitas pengajaran. Salah satu inovasi potensial adalah Augmented Reality (AR), yang menggabungkan elemen digital dengan dunia nyata untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif. Teknologi ini telah terbukti meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran yang kompleks [1]. Kabupaten Lamongan memiliki sejumlah monumen bersejarah, seperti Monumen Kadet Suwoko dan Monumen Wingko Babat, yang mengandung nilai sejarah dan budaya tinggi. Namun, metode pembelajaran konvensional sering kali kurang menarik, sehingga tidak mampu sepenuhnya memotivasi siswa untuk memahami dan menghargai warisan budaya tersebut [2].

Kurikulum 2013 (K13) untuk mata pelajaran IPS kelas VIII memberikan peluang untuk memanfaatkan konteks lokal dalam pembelajaran. Monumen bersejarah di Kabupaten Lamongan dapat menjadi sumber materi ajar yang relevan, tetapi keterbatasan akses fisik sering menjadi hambatan. Teknologi AR menawarkan solusi untuk menyajikan informasi sejarah melalui visualisasi 3D yang menarik, sehingga siswa tetap dapat mempelajari monumen meskipun tanpa kunjungan langsung [3]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan AR dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sejarah lokal melalui pendekatan pembelajaran berbasis teknologi [4].

Berdasarkan wawancara dengan guru di SMPN 1 Kembangbaru, mayoritas siswa memiliki smartphone yang dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran berbasis AR. Namun, media pembelajaran konvensional seperti ceramah sering membuat siswa tidak fokus dan lebih tertarik

menggunakan media sosial. Dengan keterbatasan jarak dari sekolah ke lokasi monumen, pengembangan media pembelajaran berbasis AR dianggap sebagai alternatif efektif untuk meningkatkan minat belajar siswa terhadap sejarah lokal [5].

Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) digunakan untuk pengembangan aplikasi AR karena kerangka kerjanya yang sistematis. Metode ini mencakup enam tahap, yaitu konsep, desain, pengumpulan materi, perakitan, pengujian, dan distribusi. MDLC telah terbukti efektif dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi di berbagai konteks pendidikan, seperti untuk pengenalan buah-buahan dan alat ukur teknik [6], [7]. Dengan penerapan MDLC, aplikasi AR berbasis Android dapat dikembangkan secara efisien untuk menyediakan visualisasi monumen bersejarah yang interaktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan AR berbasis Android sebagai media pembelajaran interaktif yang memvisualisasikan monumen bersejarah di Kabupaten Lamongan. Aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi sejarah, mendukung pelestarian budaya lokal, serta memberikan kontribusi signifikan dalam inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi kendala teknis yang muncul selama proses pengembangan dan menyusun solusi untuk memastikan efektivitas aplikasi dalam penggunaannya di sekolah.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) untuk mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Android. MDLC terdiri dari enam tahapan sistematis: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution. Pada tahap Concept, kebutuhan pengguna, seperti siswa dan guru, dianalisis melalui wawancara dan kuesioner. Tahap Design mencakup perancangan antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) untuk memastikan aplikasi mudah digunakan. Selanjutnya, tahap Material Collecting melibatkan pengumpulan data sejarah, gambar monumen, dan pembuatan model 3D menggunakan perangkat lunak Blender untuk visualisasi yang lebih realistik [8], [9].

Tahap Assembly mengintegrasikan elemen-elemen aplikasi menggunakan Unity dan Vuforia SDK, yang menjelaskan deteksi marker dan penampilan model 3D monumen secara interaktif. Pada tahap Testing, dilakukan Alpha Testing untuk memeriksa stabilitas aplikasi dan Beta Testing dengan melibatkan siswa dan guru untuk mengevaluasi efektivitas dan pengalaman penggunaan aplikasi. Hasil pengujian ini digunakan untuk menyempurnakan aplikasi sebelum distribusi. Beta Testing juga melibatkan pengujian aksesibilitas, kesesuaian materi pembelajaran, dan respons terhadap interaksi pengguna dengan model 3D [10].

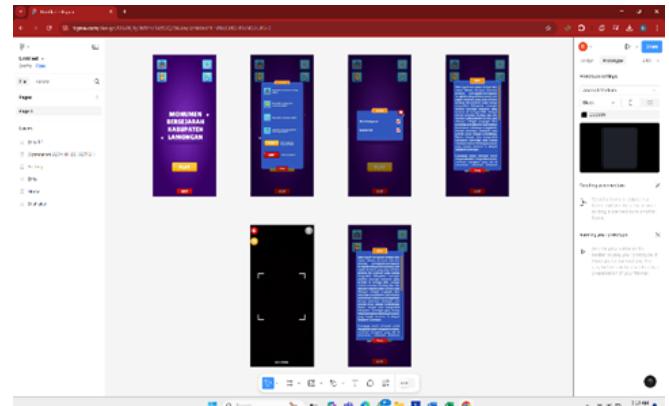
Tahap Distribution meliputi sosialisasi aplikasi kepada sekolah, pelatihan guru, dan pengumpulan umpan balik untuk pembaruan. Guru dilatih untuk memahami cara menggunakan aplikasi dalam pembelajaran. Fitur utama aplikasi, seperti integrasi model 3D dan marker AR, dirancang untuk

kompatibilitas dengan perangkat Android dengan spesifikasi minimal. Aplikasi ini diharapkan menjadi media pembelajaran yang efektif, meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap monumen bersejarah di Kabupaten Lamongan [11].

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Pada tahap Concept, dilakukan riset literatur untuk mengkaji efektivitas teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran sejarah dan pendekatan Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Survei kepada siswa kelas VIII SMPN 1 Kembangbaru serta wawancara dengan guru sejarah mengungkapkan bahwa 85% siswa lebih menyukai pembelajaran berbasis visual dibanding metode ceramah, dan 70% tertarik menggunakan AR sebagai media pembelajaran. Guru sejarah menyatakan bahwa kunjungan langsung ke monumen terkendala jarak dan biaya, sehingga materi sering kali sulit dipahami jika hanya disampaikan secara verbal. Berdasarkan hasil ini, fitur utama aplikasi ditentukan meliputi visualisasi monumen dalam bentuk 3D yang interaktif, informasi sejarah singkat dan lengkap tentang monumen, serta navigasi antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna agar sesuai dengan kebutuhan siswa SMP.



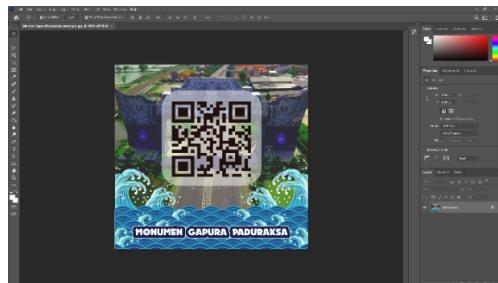
Gambar 1. Design UI Monumer AR

Desain User Interface (UI) aplikasi mencakup layar utama dengan menu seperti "Play" untuk fitur AR, "Info" untuk informasi aplikasi, "Instruksi" untuk panduan penggunaan, "Setting" untuk pengaturan, dan "Download Marker" untuk mengunduh marker monumen. Warna latar belakang ungu gelap dipilih untuk menciptakan kontras dengan ikon dan teks berwarna cerah seperti kuning, biru muda, dan merah, memberikan tampilan modern dan menarik sekaligus memudahkan navigasi. Ikon dan tombol didesain sederhana, intuitif, serta dilengkapi teks berukuran besar untuk memudahkan siswa. Dari sisi User Experience (UX), terdapat panduan penggunaan dalam menu "User Guide" untuk membantu siswa memahami cara memindai marker dan berinteraksi dengan model 3D. Ketika marker berhasil dideteksi, model 3D monumen langsung muncul di layar, dan jika gagal, aplikasi memberikan umpan balik berupa penanda untuk mengarahkan pengguna dalam menyesuaikan posisi kamera. Pengguna dapat mengakses informasi sejarah

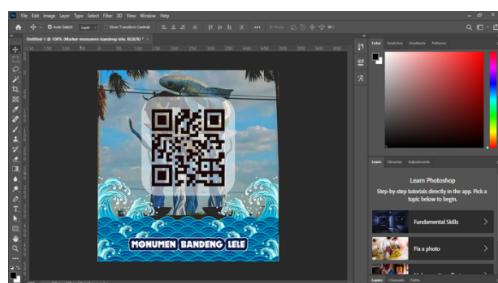
monumen melalui tombol "INFO," meskipun interaksi model 3D terbatas tanpa fungsi gestur seperti pinch-to-zoom atau swipe. Dengan desain ini, aplikasi memastikan kemudahan penggunaan dan aksesibilitas, meskipun penambahan fitur gestur interaktif dapat meningkatkan pengalaman pengguna lebih lanjut.

Pada tahap Material Collecting, data sejarah monumen di Kabupaten Lamongan dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku sejarah, situs resmi pemerintah, dan wawancara dengan sejarawan lokal. Beberapa monumen yang menjadi fokus aplikasi ini antara lain: Gapura Paduraksa Lamongan, dibangun pada 2014 sebagai simbol budaya lokal dengan filosofi dari Sunan Sendang Duwur; Monumen Bandeng Lele, ikon Kabupaten Lamongan yang mencerminkan potensi perikanan lokal; Monumen Kadet Soewoko, yang dibangun pada 1975 untuk mengenang pahlawan perjuangan agresi Belanda II; Monumen Wingko Babat, didirikan pada 2016 sebagai simbol makanan khas Lamongan; dan Tugu Adipura, yang menjadi lambang komitmen Kabupaten Lamongan terhadap lingkungan hidup. Informasi yang dikumpulkan mencakup latar belakang sejarah, lokasi, serta filosofi dari masing-masing monumen untuk mendukung konten aplikasi.

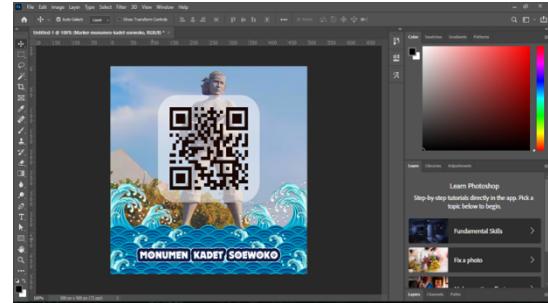
Selain data sejarah, foto-foto monumen juga dikumpulkan sebagai bahan referensi visual. Foto-foto ini digunakan untuk membuat model 3D yang akurat dan realistik guna diintegrasikan ke dalam aplikasi. Misalnya, gambar Gapura Paduraksa, Monumen Bandeng Lele, dan Tugu Adipura digunakan untuk menghasilkan desain visual yang menarik serta membantu siswa mengenali monumen secara virtual. Dengan pengumpulan data yang komprehensif, aplikasi ini bertujuan memberikan pengalaman belajar yang informatif dan mendalam bagi pengguna.



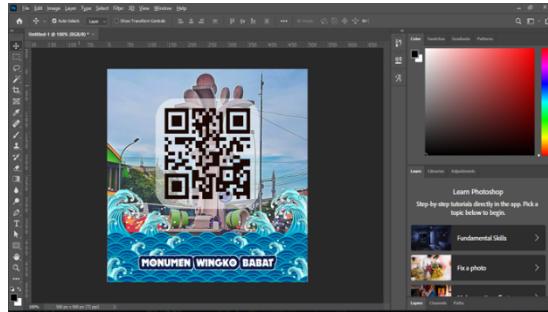
Gambar 2. Marker Gapura Paduraksa Lamongan



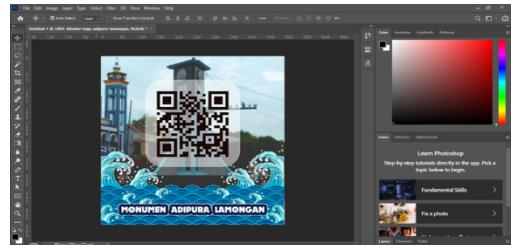
Gambar 3. Marker Monumen Bandeng Lele



Gambar 4. Marker Monumen Kadet Soewoko

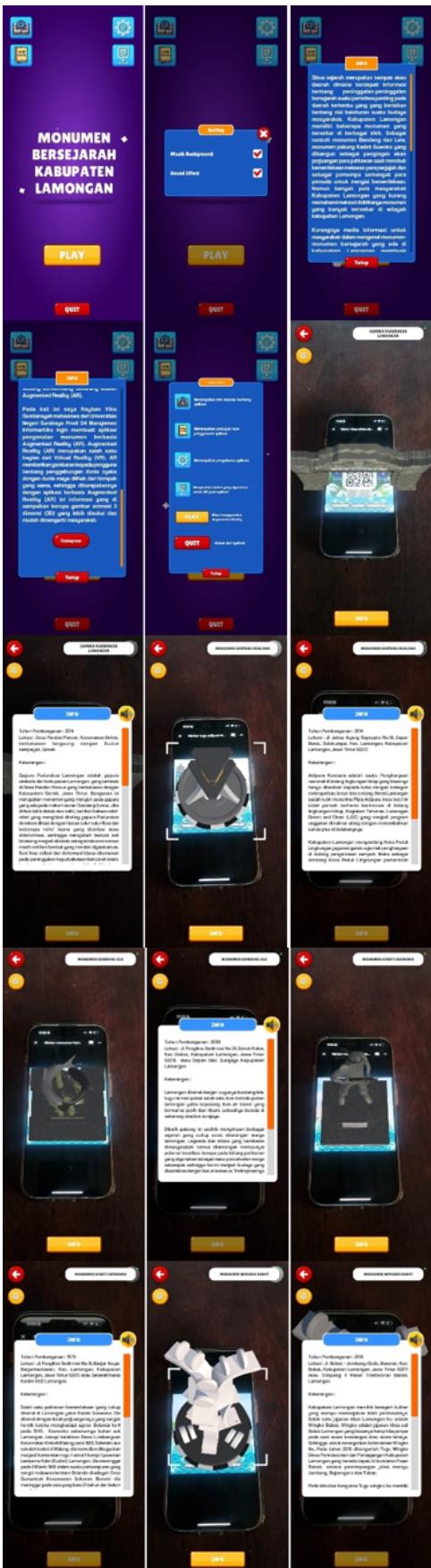


Gambar 5. Marker Monumen Wingko Babat



Gambar 6. Marker Tugu Adipura Lamongan

Pada tahap Assembly, pengembangan fungsionalitas AR dilakukan dengan menggunakan Vuforia SDK di Unity, di mana setiap marker monumen dikaitkan dengan model 3D yang sesuai. Saat marker terdeteksi oleh kamera, model 3D monumen muncul secara langsung di layar perangkat. Desain antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) yang telah dirancang diintegrasikan ke dalam aplikasi dan dikemas menjadi file APK agar dapat diinstal di perangkat Android. Proses ini memastikan aplikasi mudah digunakan dan responsif pada berbagai perangkat. Pengujian awal deteksi marker dilakukan dengan berbagai kondisi pencahayaan, jarak, dan sudut kamera, menunjukkan bahwa 80% marker berhasil terdeteksi dalam cahaya terang, tetapi tingkat deteksi menurun menjadi 60% dalam pencahayaan redup. Hasil ini menjadi dasar untuk evaluasi lebih lanjut guna meningkatkan akurasi dan responsivitas deteksi marker dalam kondisi pencahayaan yang kurang ideal. Dengan pengemasan final menjadi file APK, aplikasi siap digunakan untuk memberikan pengalaman belajar sejarah monumen yang interaktif dan menarik.



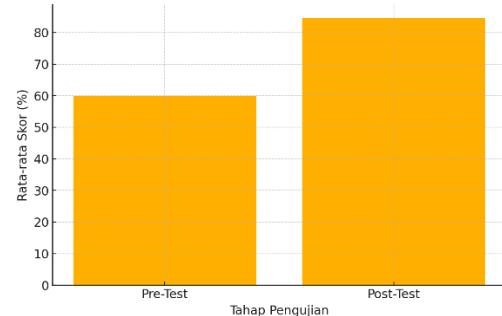
Gambar 7. Hasil Final Aplikasi Monumen AR

Gambar tersebut menunjukkan antarmuka aplikasi interaktif edukasi berbasis augmented reality (AR) yang menampilkan monumen bersejarah di Kabupaten Lamongan. Aplikasi ini memiliki fitur untuk memilih monumen, membaca deskripsi sejarah monumen, dan melihat model AR dari monumen melalui pemindai QR Code menggunakan kamera ponsel. Setiap monumen dilengkapi dengan informasi sejarah seperti tahun pembangunan, latar belakang, dan nilai budaya, yang ditampilkan bersamaan dengan animasi 3D monumen yang divisualisasikan secara detail. Fitur ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pembelajaran sejarah yang interaktif dan menarik bagi pengguna.

Tahap pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan setiap fitur berjalan optimal dan memenuhi kebutuhan pengguna. Proses ini terbagi menjadi Alpha Testing (pengujian internal) dan Beta Testing (pengujian eksternal dengan pengguna akhir). Alpha Testing menggunakan metode Black Box untuk menguji fungsionalitas, stabilitas, responsivitas, dan kompatibilitas aplikasi, sementara Beta Testing melibatkan guru dan siswa dalam mengevaluasi efektivitas pembelajaran serta pengalaman pengguna.

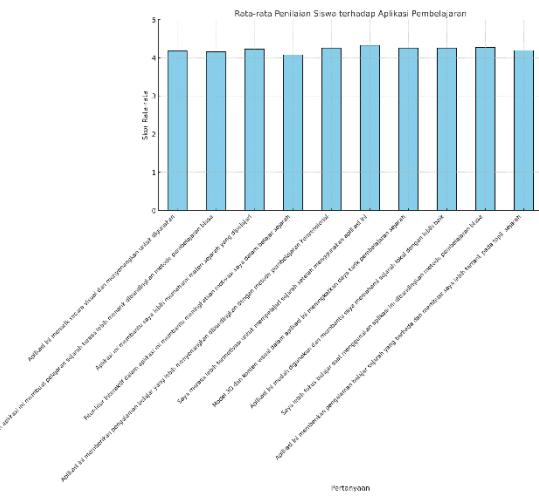
Alpha Testing mencakup pengujian fungsionalitas utama seperti deteksi marker, interaksi model 3D, dan navigasi menu. Hasilnya menunjukkan bahwa model 3D dapat diputar dan diperbesar dengan baik, sementara tombol menu bekerja sesuai dengan rencana. Pengujian stabilitas pada perangkat dengan RAM di bawah 2 GB menunjukkan aplikasi sering mengalami lag dan crash saat memuat model 3D kompleks. Responsivitas marker diuji pada berbagai kondisi pencahayaan, dengan hasil deteksi optimal dalam cahaya terang (1-2 detik) dan sedikit melambat dalam pencahayaan rendah (3-5 detik). Pengujian kompatibilitas perangkat menunjukkan bahwa aplikasi berjalan baik pada Android versi 9.0 ke atas, meskipun beberapa perangkat lama mengalami penurunan grafis.

Rata-rata Skor Pre-Test dan Post-Test



Gambar 8. Rata-rata Pre-Test dan Post-Test

Beta Testing melibatkan guru dan siswa untuk menguji kemudahan penggunaan, aksesibilitas, dan efektivitas pembelajaran. Hasilnya, 80% siswa merasa aplikasi mudah digunakan, meskipun sebagian membutuhkan waktu untuk memahami fitur AR. Pengujian pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan skor rata-rata siswa dari 60% menjadi 85%, menandakan peningkatan pemahaman sebesar 25%. Guru mengapresiasi aplikasi ini karena berhasil meningkatkan minat belajar siswa dan mengurangi kebosanan dalam mempelajari sejarah lokal.



Gambar 9. Rata-rata Siswa terhadap Aplikasi Pembelajaran (Monumen AR)

Siswa memberikan umpan balik positif terkait daya tarik visual dan fitur interaktif aplikasi. Rata-rata skor kuesioner siswa menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi, dengan skor 4.18–4.33 pada aspek visual, kemudahan penggunaan, dan motivasi belajar. Guru juga menyatakan bahwa aplikasi ini mempermudah penyampaian materi sejarah dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan metode konvensional.

Pengujian penggunaan di berbagai kondisi kelas, seperti pencahayaan rendah dan tingkat keramaian yang berbeda, menunjukkan bahwa aplikasi tetap bekerja dengan baik meskipun responsivitas deteksi marker sedikit menurun dalam pencahayaan kurang optimal. Oleh karena itu, aplikasi direkomendasikan untuk digunakan di ruangan dengan pencahayaan cukup untuk kinerja terbaik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sejarah lokal melalui pendekatan interaktif berbasis AR. Kendala teknis, seperti responsivitas marker pada pencahayaan rendah dan stabilitas di perangkat dengan spesifikasi rendah, menjadi catatan untuk pengembangan versi berikutnya. Aplikasi ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran sejarah di sekolah lain dengan kondisi serupa.

Pada tahap Distribution, aplikasi didistribusikan kepada sekolah target, guru, dan siswa untuk dimanfaatkan sebagai media pembelajaran sejarah interaktif. Sosialisasi dilakukan melalui kerja sama dengan pihak sekolah dan dinas pendidikan, memastikan dukungan penuh terhadap implementasi aplikasi. Koordinasi ini mempermudah akses aplikasi di berbagai sekolah, sementara presentasi dan demo penggunaan aplikasi memberikan gambaran nyata tentang cara teknologi Augmented Reality (AR) meningkatkan pemahaman siswa melalui visualisasi 3D yang menarik. Antusiasme guru dan siswa terhadap aplikasi ini menunjukkan potensi besar AR sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif.

Pelatihan dasar untuk guru diberikan agar mereka memahami penggunaan aplikasi, termasuk cara memindai marker, menavigasi menu, dan menampilkan model 3D. Guru

juga diajarkan langkah-langkah troubleshooting untuk mengatasi kendala teknis yang dialami siswa. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa guru merasa lebih siap dalam memfasilitasi pembelajaran menggunakan aplikasi ini. Pelatihan ini menjadi langkah penting dalam memastikan aplikasi dapat digunakan secara optimal di dalam kelas.

Panduan penggunaan aplikasi disediakan dalam bentuk buku manual dan video tutorial yang mudah diakses, mencakup langkah-langkah dasar penggunaan, deskripsi fitur, dan tips troubleshooting. Panduan ini dirancang untuk mendukung guru dalam memanfaatkan aplikasi sebagai media pembelajaran. Dengan modul yang tersedia dalam format cetak dan elektronik, guru memiliki referensi yang lengkap untuk membantu siswa memanfaatkan aplikasi ini secara maksimal dalam kegiatan belajar mengajar.

## B. Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Android untuk pembelajaran sejarah monumen di Kabupaten Lamongan dengan menerapkan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) secara sistematis. Setiap tahapan, mulai dari Concept hingga Distribution, terlaksana dengan baik. Aplikasi ini memanfaatkan AR berbasis marker untuk menampilkan model 3D monumen secara interaktif, yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap sejarah lokal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dalam mendeteksi marker dan menampilkan model 3D. Pada Alpha Testing, marker berhasil terdeteksi dalam 80% kondisi pencahayaan terang, tetapi tingkat keberhasilan menurun menjadi 60% dalam pencahayaan redup. Beta Testing yang melibatkan siswa dan guru menunjukkan bahwa aplikasi ini diterima dengan baik. Sebagian besar siswa merasa aplikasi ini membantu mereka memahami materi sejarah dengan lebih mudah dan meningkatkan minat terhadap monumen bersejarah.

Tahap distribusi meliputi sosialisasi di sekolah-sekolah dan pelatihan penggunaan aplikasi untuk guru. Guru diberikan panduan dan pelatihan dasar untuk memfasilitasi siswa dalam menggunakan aplikasi ini secara efektif. Hal ini memastikan bahwa aplikasi dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai media pembelajaran di lingkungan sekolah.

Aplikasi ini terbukti memberikan manfaat besar dalam pembelajaran sejarah. Teknologi AR dengan informasi sejarah yang abstrak menjadi pengalaman belajar yang lebih nyata dan konkret. Fitur visualisasi 3D juga meningkatkan keterlibatan siswa, sementara penggunaan aplikasi membantu mengatasi kendala kunjungan langsung ke monumen yang sering sulit dilakukan karena keterbatasan waktu dan jarak.

Untuk pengembangan ke depan, disarankan optimasi aplikasi agar deteksi marker lebih stabil dalam pencahayaan rendah dan penambahan fitur interaksi model 3D yang lebih kompleks. Dukungan teknis berkelanjutan juga penting untuk memastikan aplikasi terus berkembang sesuai kebutuhan pengguna, sehingga dapat memberikan dampak yang lebih besar dalam pembelajaran sejarah dan pelestarian budaya lokal.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Android untuk pembelajaran sejarah monumen di Kabupaten Lamongan dengan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Aplikasi ini mengintegrasikan teknologi AR berbasis marker untuk menampilkan model 3D monumen secara interaktif, menjadikannya media pembelajaran yang inovatif dan edukatif. Setiap tahap pengembangan, mulai dari konsep hingga distribusi, telah dilaksanakan dengan baik, sehingga aplikasi memiliki fitur yang efektif dalam menyampaikan informasi sejarah secara visual dan menarik. Pengujian yang melibatkan siswa dan guru menunjukkan penerimaan positif, di mana siswa merasa aplikasi ini memudahkan pemahaman mereka terhadap materi sejarah, sementara guru menilai aplikasi ini sebagai alat bantu pembelajaran yang membantu memvisualisasikan monumen yang sulit dikunjungi secara langsung. Meski demikian, hasil pengujian juga mengidentifikasi beberapa keterbatasan teknis, seperti deteksi marker yang kurang optimal dalam pencahayaan rendah. Secara keseluruhan, aplikasi ini terbukti meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sejarah dan memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menyenangkan melalui fitur interaktif dan visualisasi 3D.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar aplikasi dioptimalkan dalam hal deteksi marker pada kondisi pencahayaan rendah, seperti melalui penyempurnaan algoritma atau penambahan fitur teknis yang mendukung. Selain itu, fitur interaksi seperti gesture control (pinch-to-zoom dan swipe) dapat ditambahkan untuk meningkatkan pengalaman eksplorasi model 3D. Konten aplikasi juga perlu diperbarui secara berkala untuk memastikan relevansi informasi sejarah dan visualisasi monumen. Pelatihan dan pendampingan untuk guru juga penting agar aplikasi dapat dimanfaatkan secara maksimal di lingkungan sekolah, termasuk penyediaan panduan lengkap yang mudah diakses. Untuk menilai dampak jangka panjang, direkomendasikan penelitian lebih lanjut dengan cakupan yang lebih luas, melibatkan lebih banyak sekolah dan jenjang pendidikan, guna mengevaluasi pengaruh aplikasi terhadap pemahaman sejarah dan minat belajar siswa secara lebih menyeluruh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGMENT

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua kontributor yang telah berperan dalam pengembangan jurnal ini. Saya juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak institusi, para dosen pembimbing, kolega, keluarga, dan teman-teman atas bimbingan, masukan, serta dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian dan penulisan jurnal. Terima kasih yang tulus disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam menyelesaikan jurnal. Semoga kontribusi dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal, dan memberikan manfaat bagi pembaca. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

#### REFERENSI

- [1] J. Garzón, J. Pavón, dan S. Baldiris, "Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings," *Virtual Reality*, vol. 23, no. 4, pp. 447–459, 2019. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>.
- [2] A. D. Handayani, C. D. Pebriyana, D. A. Gymanstiar, I. N. Amanah, dan R. M. Utami, "Design of Augmented Reality-Based Food Chain Learning Media for Grade V Elementary School Students," *Journal of Software Engineering, Information and Communication Technology (SEICT)*, vol. 4, no. 1, pp. 43–60, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.17509/seict.v4i1.59635>.
- [3] Y. H. Firdaus, J. Jaenudin, dan H. Fajri, "Pengenalan Objek Museum dan Monumen Peta Menggunakan Markerless Augmented Reality Berbasis Android," *JUSS: Jurnal Sains dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [4] Y. Choudhary, "Augmented Reality in Education," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 11, no. 11, pp. 1830–1836, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.56965>.
- [5] R. Situmorang, C. Kustandi, S. Maudiarti, R. Widyaningrum, dan D. Ariani, "Entrepreneurship Education Through Mobile Augmented Reality for Introducing SMEs in Higher Education," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 3, pp. 17–29, 2021. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i03.18437>.
- [6] K. A. Akbar, T. Listyorini, dan E. Supriyati, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pengenalan Buah-buahan Berbasis Android," *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis Digital*, vol. 1, no. 2, pp. 60–75, 2022. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.55123/jumintal.v1i2.832>.
- [7] A. A. Sukmandhani, D. F. Murad, I. P. Saputro, dan E. P. Wonohardjo, "Development of Augmented Reality in Online Learning Education," *2023 8th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, pp. 174–178, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1109/ICBIR57571.2023.10147605>.
- [8] R. Situmorang, C. Kustandi, S. Maudiarti, R. Widyaningrum, dan D. Ariani, "Entrepreneurship Education Through Mobile Augmented Reality for Introducing SMEs in Higher Education," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 3, pp. 17–29, 2021. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i03.18437>.
- [9] K. A. Akbar, T. Listyorini, dan E. Supriyati, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pengenalan Buah-buahan Berbasis Android," *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis Digital*, vol. 1, no. 2, pp. 60–75, 2022. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.55123/jumintal.v1i2.832>.
- [10] A. A. Sukmandhani, D. F. Murad, I. P. Saputro, dan E. P. Wonohardjo, "Development of Augmented Reality in Online Learning Education," *2023 8th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, pp. 174–178, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1109/ICBIR57571.2023.10147605>.
- [11] Y. Choudhary, "Augmented Reality in Education," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 11, no. 11, pp. 1830–1836, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.56965>.