

Introduction of Indonesian Historical Hero Figures as Learning Material for Elementary School Using Augmented Reality

[Pengenalan Tokoh Pahlawan Sejarah Indonesia Sebagai Pembelajaran Sekolah Dasar Menggunakan Augmented Reality]

Anugra Pariyanto¹⁾, Sumarno²⁾

1) Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2) Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: sumarno@umsida.ac.id

Abstract. *Introducing the history of national heroes to elementary school pupils matters because it lays an early foundation for character and a sense of national identity. When history lessons still rely mainly on printed textbooks and teacher-led lectures, students tend to stay passive and absorb the material less effectively. This study addresses that gap by building an interactive learning tool powered by Augmented Reality (AR), aimed at fourth-grade elementary pupils and aligned with the Merdeka Curriculum, to introduce Indonesia's national heroes. The application was built through a Research and Development (R&D) approach guided by the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) framework, which unfolds across six stages — concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Running on Android devices, the finished application renders three-dimensional hero figures alongside supporting information on each figure's background, biography, and contributions. Functional correctness was verified through Black Box Testing, while user acceptance was gauged with a User Acceptance Test (UAT). Every feature checked under Black Box Testing behaved as intended. The UAT, carried out with 10 fourth-grade pupils, returned an average score of 95.4%, reflecting a strongly favorable reception of the learning tool. Taken together, these results suggest the AR application is well suited as an interactive medium for helping elementary pupils encounter and understand the history of national heroes.*

Keywords - Augmented Reality, Learning Media, National Heroes, Elementary School, Merdeka Curriculum.

Abstrak. *Pengenalan sejarah pahlawan nasional kepada siswa sekolah dasar merupakan hal penting karena berkontribusi terhadap pembentukan karakter serta penanaman rasa nasionalisme sejak usia dini. Ketika pembelajaran sejarah masih bertumpu pada buku teks dan ceramah guru, siswa cenderung pasif sehingga pemahaman terhadap materi kurang optimal. Penelitian ini merespons persoalan tersebut dengan merancang Media pembelajaran interaktif yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR) ditujukan bagi peserta didik kelas IV sekolah dasar, disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka, guna memperkenalkan tokoh-tokoh pahlawan nasional Indonesia. Pengembangan aplikasi mengikuti pendekatan Research and Development (R&D) dengan kerangka Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang mencakup enam tahapan, yakni concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Aplikasi yang dihasilkan berjalan di perangkat Android dan menghadirkan model pahlawan nasional dalam bentuk tiga dimensi, dilengkapi informasi latar belakang, biografi, serta kiprah perjuangan tokoh yang bersangkutan. Kebenaran fungsional aplikasi diverifikasi melalui Black Box Testing, sementara tingkat penerimaan pengguna diukur menggunakan User Acceptance Test (UAT). Seluruh fitur yang diuji melalui Black Box Testing berjalan sebagaimana mestinya. Adapun UAT yang melibatkan 10 siswa kelas IV memperoleh skor rata-rata 95,4%, yang mencerminkan tanggapan yang sangat positif terhadap media pembelajaran ini. Dengan hasil tersebut, aplikasi AR yang dikembangkan dapat dinilai layak digunakan sebagai media interaktif untuk membantu siswa sekolah dasar mengenal dan memahami sejarah pahlawan nasional.*

Kata Kunci - Augmented Reality, Media Pembelajaran, Pahlawan Nasional, Sekolah Dasar, Kurikulum Merdeka.

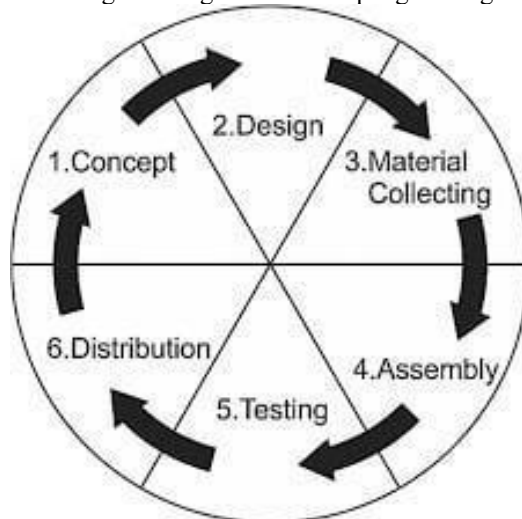
I. PENDAHULUAN

Pendidikan pada jenjang sekolah dasar memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk karakter serta menanamkan nilai-nilai kebangsaan kepada peserta didik sejak usia dini. Salah satu materi yang berkontribusi dalam pembentukan nilai tersebut adalah pengenalan tokoh pahlawan nasional. Melalui pembelajaran ini, siswa diharapkan mampu memahami nilai-nilai perjuangan, nasionalisme, dan keteladanan yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam Kurikulum Merdeka, materi mengenai pahlawan nasional diajarkan kepada siswa kelas IV Sekolah Dasar melalui mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) serta Pendidikan Pancasila [1].

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, proses pembelajaran mengenai pahlawan nasional di tingkat Sekolah Dasar sebagian besar masih mengandalkan cara-cara konvensional, seperti pemaparan materi lewat buku teks dan metode ceramah satu arah. Pendekatan semacam ini dipandang kurang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa karena minimnya media yang bersifat interaktif dan menarik perhatian [2]. Seiring kemajuan teknologi, pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi digital menjadi salah satu jalan keluar untuk mendorong kualitas proses belajar-mengajar. Salah satu teknologi yang relevan diterapkan adalah Augmented Reality (AR), yang memungkinkan objek virtual dihadirkan ke dalam lingkungan nyata secara langsung sehingga pengalaman belajar siswa menjadi lebih interaktif dan menarik [3]. Sejumlah kajian terdahulu memperlihatkan bahwa penerapan AR dalam pembelajaran mampu mendorong minat belajar sekaligus mempermudah siswa memahami materi, khususnya pada topik sejarah dan pengenalan pahlawan nasional [4]. Temuan serupa juga dilaporkan dalam penelitian yang menerapkan AR untuk meningkatkan nasionalisme siswa sekolah dasar [5]. Penelitian sejenis telah mengembangkan aplikasi AR berbasis platform Android untuk memperkenalkan pahlawan nasional [6]. Pemanfaatan objek AR pada materi pengenalan pahlawan juga telah dilakukan sebelumnya [7]. Integrasi AR dengan pengenalan gambar tokoh pahlawan pada uang kertas Rupiah merupakan pendekatan lain yang relevan [8]. Studi lain menerapkan AR secara khusus untuk memperkenalkan pahlawan nasional Indonesia melalui visualisasi interaktif [9]. Pengembangan media AR untuk pengenalan pahlawan nasional Sulawesi Utara juga menunjukkan hasil yang positif [10]. Selain itu, pendekatan AR berbasis inquiry telah digunakan untuk menumbuhkan penalaran sejarah siswa sekolah dasar [11]. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut belum secara spesifik menyoroti siswa kelas IV sekolah dasar dengan penyesuaian terhadap capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka, sehingga menjadi salah satu celah yang diisi oleh penelitian ini. Bertolak dari persoalan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk membangun aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality sebagai sarana pengenalan pahlawan nasional bagi siswa kelas IV sekolah dasar yang selaras dengan Kurikulum Merdeka. Aplikasi yang dibangun diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan mampu memperkuat proses pengenalan pahlawan nasional di lingkungan sekolah dasar.

II. METODE

Penelitian ini mengadopsi metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC), yakni sebuah pendekatan sistematis dan terstruktur yang lazim digunakan dalam pengembangan aplikasi multimedia melalui rangkaian tahapan tertentu. Metode MDLC dipilih karena dinilai sesuai untuk membangun aplikasi berbasis Augmented Reality (AR) yang menggabungkan berbagai unsur multimedia, mulai dari teks, gambar, audio, hingga objek tiga dimensi [12]. Kerangka MDLC juga telah banyak diadopsi pada berbagai bidang pengembangan media interaktif karena tahapannya yang terstruktur dan mudah diadaptasi untuk aplikasi berbasis multimedia dan Augmented Reality [13]. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Luther sebagai kerangka sistematis pengembangan multimedia interaktif [14].



Gambar 1. Tahapan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC)
Diagram melingkar berisi enam tahap MDLC — Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, Distribution — yang berjalan berurutan dan berulang

A. Concept

Tahap Concept merupakan titik awal pengembangan dalam kerangka MDLC, yang berfungsi menyusun gambaran menyeluruh tentang aplikasi yang hendak dibangun — mencakup penetapan tujuan pembuatan aplikasi, sasaran pengguna, jenis aplikasi, hingga cakupan materi yang akan ditampilkan. Kejelasan konsep

pada tahap ini menjadi dasar bagi seluruh tahapan pengembangan berikutnya, sehingga proses pembuatan aplikasi dapat berjalan secara terarah dan tidak menyimpang dari tujuan awal. Pada penelitian ini, konsep aplikasi dirancang khusus untuk siswa Sekolah Dasar kelas IV dengan materi pengenalan delapan tokoh pahlawan nasional, yang disusun mengacu pada capaian pembelajaran mata pelajaran IPAS dan Pendidikan Pancasila dalam Kurikulum Merdeka.

B. Design

Tahap design bertugas menerjemahkan konsep yang telah dirumuskan ke dalam rancangan teknis yang lebih detail, meliputi perancangan struktur aplikasi, alur navigasi antar-menu dalam bentuk flowchart, storyboard tampilan, serta desain antarmuka pengguna (user interface) [15]. Rancangan ini berfungsi sebagai acuan bagi pengembang dalam membangun aplikasi pada tahap assembly, sehingga meminimalkan revisi yang bersifat mendasar pada tahap pengembangan lanjutan. Perancangan antarmuka dalam penelitian ini dibuat dengan tampilan sederhana, warna yang menarik, serta navigasi yang mudah dipahami, dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna, yaitu anak usia sekolah dasar.

C. Material Collecting

Pada tahap Material Collecting, berbagai bahan dan aset pendukung pengembangan aplikasi dihimpun, mulai dari teks profil pahlawan nasional, gambar, narasi audio, hingga model objek tiga dimensi (3D) yang akan ditampilkan dalam visualisasi AR. Materi teks disusun berdasarkan sumber yang kredibel, yaitu modul ajar resmi Kurikulum Merdeka untuk kelas IV Sekolah Dasar, guna menjaga keakuratan dan kesesuaian informasi dengan kompetensi pembelajaran yang berlaku. Pengumpulan aset visual berupa model 3D tokoh pahlawan juga dilakukan dengan memperhatikan tingkat detail dan kesesuaian karakter agar mudah dikenali oleh siswa.

D. Assembly

Tahap assembly adalah proses perakitan aplikasi secara utuh, di mana seluruh material yang telah terkumpul—teks, gambar, audio, dan model 3D—dipadukan dan disusun menjadi satu kesatuan aplikasi sesuai rancangan yang telah ditetapkan pada tahap design. Pengolahan aset visual, seperti penyuntingan gambar dan tekstur, dikerjakan menggunakan Adobe Photoshop, sementara pembuatan dan pengolahan model tiga dimensi (3D) tokoh pahlawan nasional memanfaatkan Blender. Selanjutnya, seluruh aset tersebut disatukan ke dalam aplikasi menggunakan Unity dengan bahasa pemrograman C#, serta memanfaatkan pustaka pendukung Augmented Reality berbasis marker untuk menghasilkan visualisasi objek 3D secara real-time. Seluruh komponen diuji kesesuaiannya secara bertahap selama proses integrasi berlangsung agar tidak terjadi kesalahan fungsi pada tahap akhir pembuatan.

E. Testing

Tahap Testing bertujuan memastikan setiap fitur dan fungsi aplikasi bekerja sesuai rancangan yang telah ditentukan. Pengujian dilaksanakan setelah proses pengembangan aplikasi rampung dan sebelum aplikasi memasuki tahap distribusi. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode Black Box Testing, yaitu memeriksa kesesuaian antara keluaran aplikasi dan fungsi yang diharapkan tanpa menelaah struktur kode program secara langsung [16]. Selain itu, User Acceptance Test (UAT) digunakan untuk mengukur tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi serta menilai respons dan kepuasan siswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan [17].

F. Distribution

Distribution merupakan tahap penutup dalam rangkaian metode MDLC. Pada tahap ini, aplikasi yang telah melalui proses pengembangan dan pengujian disiapkan agar dapat digunakan oleh pengguna melalui perangkat Android. Aplikasi selanjutnya disebarluaskan sebagai media pembelajaran digital yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan belajar di sekolah. Setelah digunakan, aplikasi dapat dievaluasi lebih lanjut melalui umpan balik pengguna sebagai bahan penyempurnaan dan pengembangan pada tahap berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Concept

Media pembelajaran yang dirancang dan dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR) pada tahap ini, diberi nama AR Pahlawan Indonesia. Aplikasi ini secara khusus ditujukan bagi siswa kelas IV sekolah dasar, mengikuti materi pengenalan tokoh pahlawan nasional dalam Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran IPAS serta Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, sebagaimana telah dirumuskan pada tahap concept dalam metode MDLC.

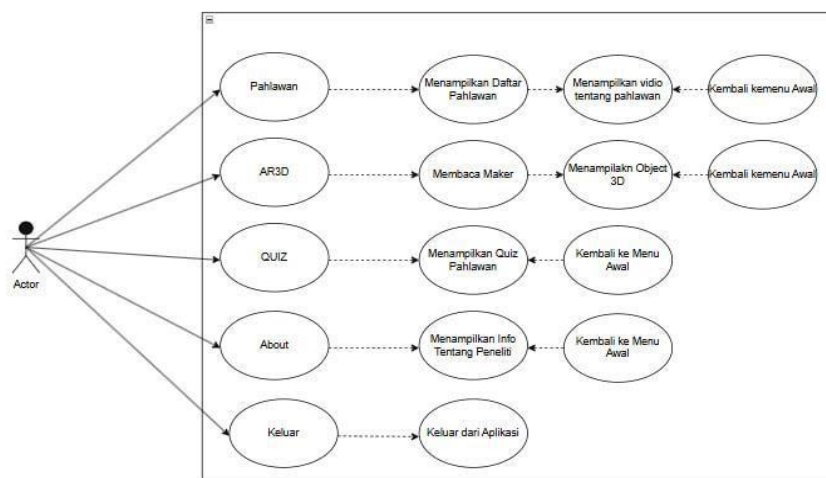
Aplikasi dibangun menggunakan Unity 2022.3 LTS dengan Vuforia Engine 10.0 sebagai Augmented Reality SDK, serta didukung oleh Blender untuk pembuatan objek 3D dan Adobe Photoshop untuk pembuatan tampilan antarmuka. Aplikasi dikompilasi untuk platform Android dan menyajikan delapan tokoh pahlawan nasional, yaitu Soekarno, Mohammad Hatta, R.A. Kartini, Cut Nyak Dhien, K.H. Ahmad Dahlan, K.H. Hasyim Asy'ari, Pattimura, dan Ki Hajar Dewantara. Setiap tokoh ditampilkan dalam bentuk model 3D interaktif yang memungkinkan pengguna mengamati objek dari berbagai sudut melalui kamera Augmented Reality pada perangkat pengguna.

3.2 Design

Rancangan sistem pada penelitian ini disusun dengan Unified Modeling Language (UML), memanfaatkan tiga jenis diagram: Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Sequence Diagram.

3.2.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan pola interaksi antara pengguna dan sistem sekaligus menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh setiap aktor. Diagram sistem yang dikembangkan disajikan pada gambar berikut.

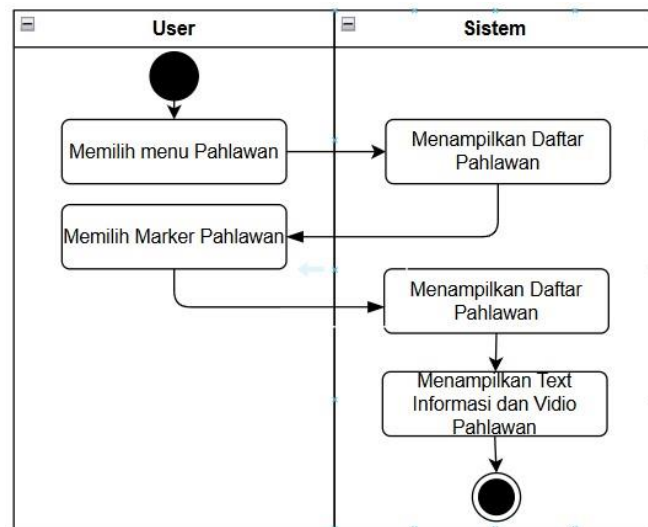


Gambar 2. Use Case Diagram Sistem yang Dikembangkan

Berdasarkan gambar diatas memperlihatkan hubungan interaksi antara pengguna sebagai aktor, yaitu Pahlawan, AR3D, QUIZ, About, dan Keluar. Pengguna dapat mengoperasikan seluruh fitur melalui menu utama aplikasi. Fitur Pahlawan menyajikan daftar tokoh pahlawan beserta video informasi mengenai setiap tokoh. Fitur AR3D memungkinkan pengguna melakukan pemindaian marker untuk menampilkan objek pahlawan dalam bentuk tiga dimensi. Fitur QUIZ menyediakan soal evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap materi pahlawan. Sementara itu, fitur About menampilkan informasi mengenai peneliti dan fitur Keluar digunakan untuk mengakhiri penggunaan aplikasi. Keseluruhan fitur tersebut dirancang untuk mendukung penyampaian materi pembelajaran secara interaktif melalui teks, video, objek tiga dimensi, dan kuis.

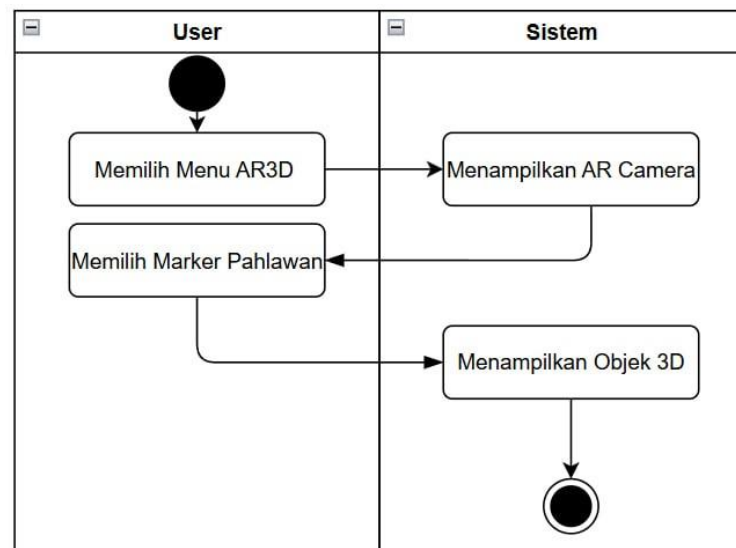
3.2.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan rangkaian aktivitas pengguna saat menjalankan aplikasi serta proses interaksi dengan sistem secara berurutan. Gambar 3 menunjukkan alur aktivitas tersebut, termasuk proses ketika pengguna memilih menu Pahlawan dan sistem menampilkan daftar tokoh beserta informasi pahlawan yang tersedia.



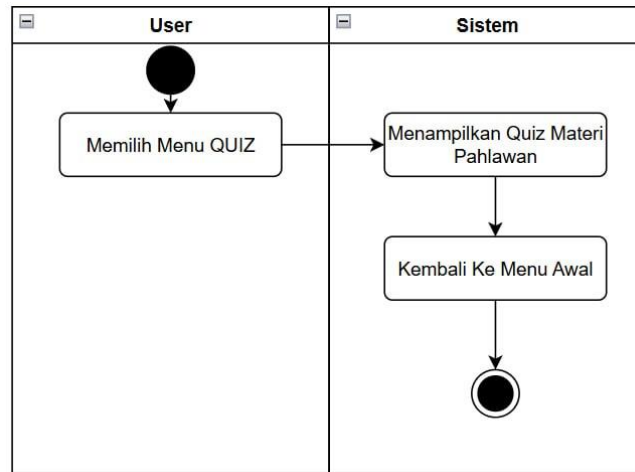
Gambar 3. Activity Diagram Memulai Aplikasi

menggambarkan alur penggunaan menu Pahlawan. Pengguna terlebih dahulu memilih menu Pahlawan, kemudian sistem menampilkan daftar tokoh yang tersedia. Pengguna memilih salah satu tokoh pahlawan, lalu sistem menyajikan informasi mengenai tokoh tersebut melalui teks dan video. Proses berakhir setelah informasi pahlawan berhasil ditampilkan.



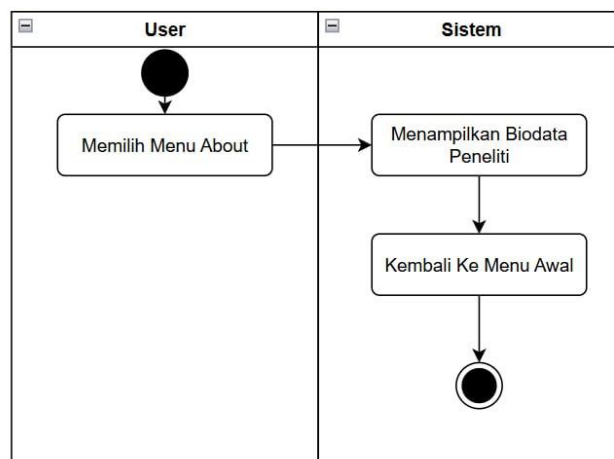
Gambar 4. Activity Diagram Menampilkan AR3D Aplikasi

Pengguna mengaktifkan kamera Augmented Reality melalui menu AR3D, kemudian mengarahkan kamera ke marker yang tersedia. Sistem melakukan pendeteksian terhadap marker tersebut, dan setelah berhasil dikenali, sistem menampilkan objek 3D yang bersesuaian dengan marker yang terdeteksi.



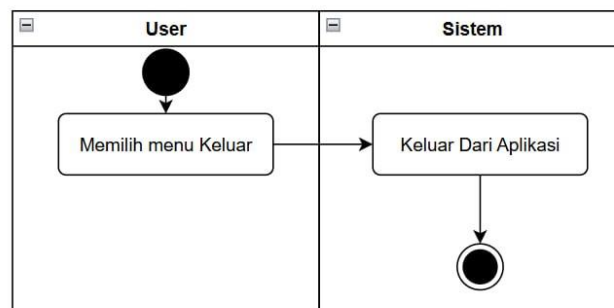
Gambar 5. Activity Diagram Menampilkan Quiz Aplikasi

Saat menu AR3D dipilih, kamera Augmented Reality aktif untuk memindai marker; setelah marker dikenali, aplikasi menampilkan objek tiga dimensi yang sesuai. Sementara itu, ketika menu QUIZ dipilih, sistem menyajikan halaman kuis berisi pertanyaan seputar materi pahlawan nasional, dan pengguna dapat menjawab dengan memilih opsi yang tersedia hingga seluruh soal selesai dikerjakan.



Gambar 6. Activity Diagram Menampilkan menu About Aplikasi

Setelah seluruh soal kuis selesai dijawab, sistem menampilkan hasil evaluasi dan mengarahkan pengguna kembali ke menu utama. Adapun ketika menu About dipilih, sistem menampilkan halaman profil peneliti yang memuat informasi ringkas mengenai pengembang aplikasi.

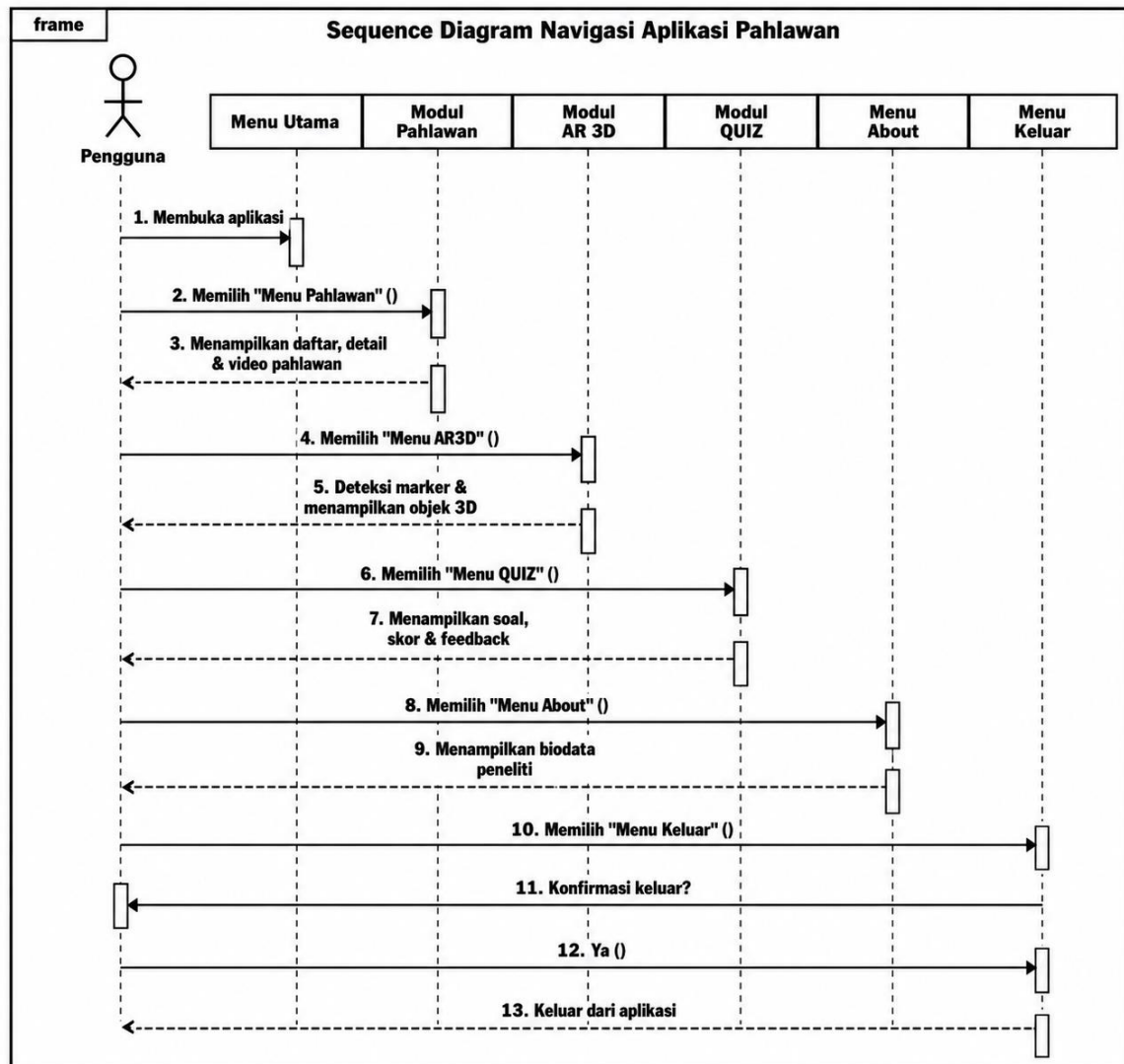


Gambar 7. Activity Diagram Keluar Aplikasi

Ketika pengguna memilih menu Keluar, sistem menjalankan proses penutupan aplikasi hingga selesai, dan pengguna pun keluar dari sistem.

3.2.3 Sequence Diagram

Sequence Diagram menggambarkan urutan komunikasi antara pengguna dan komponen sistem berdasarkan alur waktu. Diagram ini digunakan untuk memperlihatkan proses pertukaran pesan dalam menjalankan fungsi aplikasi secara terstruktur. Berikut merupakan Sequence Diagram pada aplikasi AR Pahlawan Indonesia.



Gambar 8. Sequence Diagram Proses Menjalankan Aplikasi menggambarkan urutan pesan antar-komponen untuk skenario Menu Pahlawan, AR3D, QUIZ, About, dan Keluar.

3.3 Material Collecting

Pada tahap ini, berbagai bahan pendukung pengembangan aplikasi AR Pahlawan Indonesia. Bahan tersebut meliputi materi mengenai profil pahlawan nasional, referensi gambar, serta audio narasi. Referensi gambar dimanfaatkan sebagai acuan dalam proses pembuatan model tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak Blender sehingga karakter yang dihasilkan memiliki bentuk yang sesuai dan mudah dikenali oleh siswa.

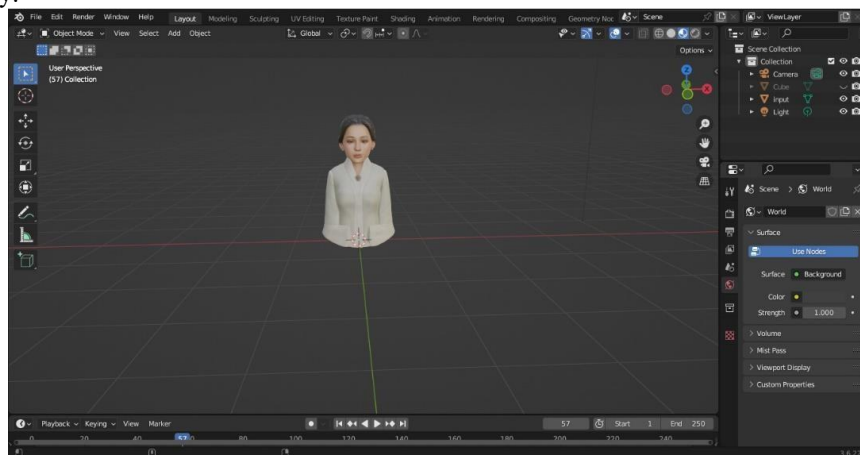


Gambar 9. Marker Tokoh Pahlawan Indonesia

Delapan kartu marker (Image Target) yang digunakan sebagai media pendeteksian pada aplikasi AR Pahlawan Indonesia. Setiap marker merepresentasikan satu tokoh pahlawan nasional, yaitu Ir. Soekarno, Mohammad Hatta, Ki Hajar Dewantara, Pattimura, Jenderal Soedirman, Cut Nyak Dhien, KH. Ahmad Dahlan, KH. Hasyim Asy'ari. Kamera Augmented Reality memanfaatkan marker tersebut untuk mengenali citra dan menampilkan objek tiga dimensi (3D) beserta informasi tokoh yang bersangkutan. Penggunaan marker ini bertujuan untuk mempermudah proses identifikasi objek sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif kepada pengguna.

3.4 Assembly

Proses pembuatan model 3D tokoh pahlawan menggunakan Blender. Pada tahap ini dilakukan pemodelan, pemberian tekstur, dan penyempurnaan karakter sebelum diintegrasikan ke dalam aplikasi Augmented Reality menggunakan Unity.



Gambar 10. Pembuatan Object 3D Menggunakan blender

proses pemodelan salah satu tokoh pahlawan menggunakan perangkat lunak Blender. Pada tahap ini, peneliti membuat model tiga dimensi (3D) yang akan digunakan sebagai objek pada aplikasi Augmented Reality. Antarmuka Blender memperlihatkan area kerja utama untuk proses pemodelan, sedangkan panel di sisi kanan digunakan untuk mengatur objek, material, pencahayaan, dan elemen pendukung lainnya. Model yang telah selesai kemudian diekspor untuk diintegrasikan ke dalam aplikasi AR Pahlawan Indonesia.

3.4.1 Pembuatan Marker

Proses implementasi marker dilakukan menggunakan Vuforia pada Unity. Setiap gambar pahlawan didaftarkan sebagai Image Target dan dihubungkan dengan model 3D sehingga objek dapat ditampilkan saat marker terdeteksi oleh kamera.



Gambar 11. Proses implementasi marker menggunakan Vuforia pada Unity.

implementasi Image Target pada Unity Editor. Panel Hierarchy menampilkan daftar marker untuk setiap tokoh pahlawan yang digunakan dalam aplikasi, sedangkan panel Project berisi aset marker yang telah diimpor ke dalam proyek. Marker tersebut kemudian dihubungkan dengan objek tiga dimensi (3D) sehingga aplikasi dapat menampilkan model pahlawan yang sesuai setelah proses pendeteksian marker berhasil dilakukan oleh Vuforia.

3.4.2 Pembuatan Desain Tampilan

Tahap pembuatan Desain tampilan dilakukan dengan mengimpor model karakter pahlawan ke dalam perangkat lunak Unity sebagai media pengembangan aplikasi Augmented Reality. Setelah model berhasil diimpor, dilakukan pengaturan transformasi meliputi position, rotation, dan scale agar objek tampil proporsional ketika marker dikenali. Selanjutnya, material dan tekstur diterapkan untuk meningkatkan kualitas visual objek, kemudian dilakukan pengaturan pencahayaan dan bayangan sehingga model tampak lebih realistis. Tahap berikutnya adalah menghubungkan setiap objek 3D dengan Image Target Vuforia sehingga objek dapat muncul secara otomatis pada saat kamera mendeteksi marker yang sesuai. Hasil dari proses ini adalah objek 3D pahlawan yang siap digunakan pada aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality.



Gambar 12. Tampilan Desain Scene

proses konfigurasi objek 3D dan antarmuka aplikasi menggunakan Unity Editor. Tampilan Scene digunakan untuk mengatur posisi serta orientasi objek dalam lingkungan pengembangan, sedangkan tampilan Game menampilkan hasil implementasi antarmuka yang akan ditampilkan kepada pengguna. Tahap ini bertujuan untuk memastikan seluruh objek dan elemen visual tersusun dengan baik sebelum aplikasi diimplementasikan pada perangkat Android.

3.4.3 Tampilan Menu Utama

Ketika aplikasi dijalankan, sistem menampilkan halaman utama yang berfungsi sebagai pusat navigasi untuk mengakses seluruh fitur yang tersedia dalam aplikasi berisi lima menu utama, yaitu Pahlawan, AR 3D, Quiz, About, dan Exit. Setiap menu memiliki fungsi yang berbeda, di antaranya untuk melihat daftar pahlawan, menjalankan fitur Augmented Reality, mengerjakan kuis, melihat informasi aplikasi, serta keluar dari aplikasi. Tampilan menu dirancang sederhana dan intuitif sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi pembelajaran AR Pahlawan Indonesia.



Gambar 13. Tampilan Menu Utama

halaman utama aplikasi AR Pahlawan Indonesia. berfungsi sebagai pusat navigasi dengan lima menu utama, *Pahlawan*, *AR 3D*, *Quiz*, *About*, dan *Exit*. Setiap menu memberikan akses ke fitur yang berbeda sesuai dengan fungsinya, sehingga pengguna dapat mengoperasikan aplikasi dengan mudah dan terstruktur.

3.4.4 Tampilan Menu Pahlawan

Pada menu Pahlawan, pengguna dapat memilih salah satu tokoh pahlawan yang tersedia. Setelah salah satu pahlawan dipilih, aplikasi akan menampilkan Halaman Deskripsi Pahlawan yang berisi video penjelasan singkat mengenai tokoh tersebut beserta informasi atau deskripsi yang menjelaskan riwayat dan jasa-jasanya. Selain itu, tersedia tombol Play untuk memutar video dan tombol Mute untuk mengaktifkan atau menonaktifkan suara, sehingga pengguna dapat menyimak materi secara lebih interaktif dan mudah dicerna.



Gambar 14. Tampilan Menu Pahlawan

fitur Pahlawan pada aplikasi AR Pahlawan Indonesia. Halaman sebelah kiri menampilkan daftar delapan tokoh pahlawan yang dapat dipilih oleh pengguna, sedangkan halaman sebelah kanan menampilkan informasi tokoh yang dipilih, meliputi video pengenalan, tombol kontrol pemutaran audio, dan deskripsi singkat. Fitur ini dirancang untuk Menghadirkan materi pembelajaran secara interaktif melalui pemanfaatan media teks serta video.

3.4.5 Tampilan Menu AR3D

Halaman AR 3D merupakan halaman yang digunakan untuk memindai marker menggunakan kamera. Ketika marker berhasil dideteksi, aplikasi akan menampilkan objek pahlawan dalam bentuk 3D sesuai dengan marker yang dipindai, sehingga pengguna dapat melihat visualisasi tokoh pahlawan secara interaktif.



Gambar 15. Tampilan Menu AR3D

implementasi teknologi Augmented Reality pada aplikasi. Sistem menampilkan objek tiga dimensi (3D) tokoh pahlawan secara real-time setelah marker berhasil dikenali oleh kamera. Objek virtual tersebut ditempatkan tepat di atas marker sehingga pengguna dapat mengamati visualisasi tokoh pahlawan secara interaktif dari berbagai sudut pandang.

3.4.6 Tampilan Menu Quiz

Pada menu Quiz, pengguna akan mengerjakan soal pilihan ganda yang berisi materi mengenai tokoh tokohpahlawan Indonesia. Setiap soal memiliki satu jawaban yang benar, dan pengguna akan memperoleh skor berdasarkan jumlah jawaban yang benar. Setelah seluruh soal selesai dikerjakan, aplikasi akan menampilkan nilai akhir sebagai hasil evaluasi pembelajaran pengguna.



Gambar 16. Tampilan Menu QUIZ

tampilan fitur kuis pada aplikasi AR Pahlawan Indonesia. Halaman ini menyajikan pertanyaan mengenai tokoh pahlawan nasional yang dilengkapi dengan tiga pilihan jawaban, indikator skor, serta tombol Kembali ke Menu. Fitur kuis dirancang untuk mengevaluasi pemahaman pengguna atas materi yang telah dipelajari sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif.

3.4.7 Tampilan Menu About

Menu About berfungsi untuk menyajikan informasi mengenai aplikasi yang dapat diakses oleh pengguna serta identitas pengembang, seperti nama, NIM, dan program studi. Selain itu, halaman ini juga memuat deskripsi singkat mengenai tujuan aplikasi sebagai media pembelajaran.



Gambar 17. Tampilan Menu About

Halaman About menampilkan identitas pengembang (nama, NIM, program studi) beserta ringkasan tujuan dan manfaat aplikasi sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality, dilengkapi Tombol Back berfungsi untuk mengembalikan pengguna ke halaman utama aplikasi..

3.5 Testing

Pengujian sistem dalam penelitian ini menggabungkan metode Black Box Testing dan User Acceptance Test (UAT) untuk melihat hasil eksekusi program berdasarkan data pengujian dan pemeriksaan fungsional perangkat lunak. Black Box Testing digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem, sedangkan UAT digunakan untuk mengevaluasi penerimaan pengguna. Ringkasan hasil Black Box Testing disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Black Box Testing Aplikasi

No	Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Klik ikon Garuda pada ponsel untuk masuk ke aplikasi	Menampilkan menu utama	Sesuai
2	Klik menu Pahlawan untuk melihat daftar pahlawan	Menampilkan daftar pahlawan	Sesuai
3	Klik salah satu pahlawan untuk melihat video tentang salah satu pahlawan	Menampilkan video tentang pahlawan dan biodata pahlawan	Sesuai
4	Klik tombol AR3D untuk membuka ARCamera	Menampilkan ARCamera	Sesuai
5	Menempatkan marker gambar pahlawan untuk memunculkan objek	Menampilkan objek 3D sesuai marker yang ditempatkan	Sesuai
6	Menekan tombol Back pada halaman ARCamera	Menutup halaman AR Camera, kembali ke menu utama	Sesuai
7	Klik menu Quiz	Menampilkan halaman Quiz	Sesuai
8	Menjawab soal yang ada (pada halaman Quiz)	Menampilkan halaman selanjutnya quiz	Sesuai
9	Melihat skor hasil akhir	Menampilkan hasil skor yang telah dijawab	Sesuai
10	klik tombol kembali (pada halaman Quiz)	Menutup halaman Quiz kembali ke Menu Utama	Sesuai

Tabel di atas merangkum hasil pengujian Black Box terhadap sepuluh skenario pada aplikasi AR Pahlawan Indonesia. Seluruh skenario memperoleh status "Sesuai", yang menandakan setiap fitur berjalan sebagaimana rancangan tanpa mengalami kegagalan fungsi. Temuan ini mengindikasikan bahwa aplikasi telah memenuhi persyaratan fungsional dan layak diimplementasikan.

3.5.1 User Acceptance Test (UAT)

User Acceptance Test merupakan metode pengujian yang melibatkan pengguna secara langsung untuk menilai tingkat penerimaan mereka terhadap sistem yang telah dibangun. Dalam penelitian ini, UAT dijalankan dengan menyebarkan kuesioner kepuasan penggunaan aplikasi kepada 10 siswa sekolah dasar di wilayah Krian sebagai responden. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata 95,4%, sebagaimana dirinci pada Tabel 2, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar responden merasa puas terhadap aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality ini. Berdasarkan analisis kuesioner tersebut, ditemukan beberapa poin penting.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aplikasi Pada Siswa

No	Aspek Penilaian	Pernyataan	Rata-rata Nilai	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan	Saya mudah memahami cara menggunakan aplikasi ini	4,90	Sangat Layak
2	Visualisasi	Gambar/objek 3D dalam aplikasi membuat saya lebih tertarik belajar	4,00	Layak
3	Interaktivitas	Fitur AR (kamera) membuat belajar terasa lebih seru dan menyenangkan	4,80	Sangat Layak
4	Pemahaman Materi	Aplikasi ini membantu saya lebih mengenal tokoh pahlawan Indonesia	4,40	Sangat Layak
		Rata-rata Keseluruhan	4,53	Sangat Layak

*hasil penilaian kelayakan aplikasi berdasarkan beberapa aspek evaluasi. Aspek Kemudahan Penggunaan memperoleh skor rata-rata tertinggi sebesar **4,90**, sedangkan aspek Visualisasi memperoleh skor terendah sebesar **4,00**. Meskipun demikian, seluruh aspek memperoleh nilai yang termasuk dalam kategori baik. Nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,53 menunjukkan bahwa aplikasi berada pada kategori **Sangat Layak** sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality.*

a. Kemudahan Penggunaan

Sebagian besar responden menilai aplikasi mudah dioperasikan dan memiliki tampilan yang ringkas, sehingga fitur-fiturnya dapat dipahami dengan cepat.

b. Pengalaman Pembelajaran

Responden menilai aplikasi mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik karena memadukan teknologi AR dengan materi pahlawan nasional secara interaktif.

c. Kinerja Aplikasi

Aplikasi dapat berjalan dengan stabil dan responsif pada perangkat Android, tanpa ditemukan kendala berarti selama proses berlangsung.

d. Konten Edukatif

Materi yang disajikan dinilai informatif dan sesuai sebagai media pembelajaran, khususnya dalam mengenalkan tokoh pahlawan nasional kepada siswa.

Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa aplikasi ini berpotensi meningkatkan minat belajar siswa lewat pemanfaatan teknologi AR. Perlu dicatat bahwa UAT pada penelitian ini hanya melibatkan 10 responden, sehingga tingkat kepuasan 95,4% belum dapat digeneralisasikan secara luas dan masih perlu diuji ulang dengan jumlah responden yang lebih besar. Meski demikian, pengembangan lanjutan tetap diperlukan agar kualitas dan konten aplikasi terus dapat disempurnakan pada masa mendatang.

3.6 Distribution

Tahap Distribusi menjadi puncak dari rangkaian Metodologi Siklus Hidup Pengembangan Multimedia (Multimedia Development Life Cycle/MDLC). Pada tahap ini, aplikasi AR Pahlawan Indonesia yang telah rampung dikembangkan mulai disebarluaskan agar dapat diakses dan dimanfaatkan pengguna sesuai tujuan awal pengembangannya. Selain berfungsi sebagai proses penyebaran, tahap distribusi juga menjadi sarana untuk melakukan evaluasi akhir terhadap aplikasi, guna memastikan bahwa sistem yang dihasilkan telah berjalan sebagaimana mestinya dan dapat memberikan manfaat optimal bagi penggunaannya.

V. SIMPULAN

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi AR Pahlawan Indonesia — sebagai media pengenalan tokoh pahlawan sejarah Indonesia untuk pembelajaran sekolah dasar berbasis Augmented Reality — berhasil dikembangkan dengan Unity dan bahasa pemrograman C# pada platform Android. Aplikasi ini mampu menghadirkan objek 3D pahlawan nasional secara real-time melalui teknologi Augmented Reality berbasis marker, dilengkapi fitur informasi, kuis, dan media pembelajaran interaktif lainnya. Hasil pengujian dengan metode Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berfungsi sesuai rancangan. Selain itu, hasil User Acceptance Test (UAT) menunjukkan nilai kepuasan rata-rata sebesar 95,4%, yang mencerminkan kepuasan pengguna terhadap kemudahan penggunaan, tampilan aplikasi, kinerja sistem, dan manfaat edukatif yang ditawarkan. Dengan demikian, aplikasi ini berpotensi menjadi media pembelajaran alternatif yang menarik dan efektif untuk membantu siswa sekolah dasar mengenal tokoh pahlawan nasional sekaligus meningkatkan minat belajar melalui pemanfaatan teknologi Augmented Reality. Pemanfaatan AR sebagai media pembelajaran berbasis literasi digital juga telah terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang bersifat abstrak, termasuk pada topik keberagaman budaya [18].

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas kesempatan yang diberikan untuk menempuh pendidikan serta memperoleh berbagai pengalaman berharga selama masa perkuliahan. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo juga telah menghadirkan lingkungan akademik yang mendukung proses belajar dan pengembangan diri penulis. Penulis turut menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama pelaksanaan tugas akhir, baik dalam proses pembelajaran maupun penyelesaian penelitian. Penghargaan khusus disampaikan kepada Kepala Program Studi Informatika atas arahan, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir. Berbagai bentuk dukungan tersebut sangat membantu penulis dalam menyelesaikan studi dengan baik.

REFERENSI

- [1] [1] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, "Modul Ajar IPAS Kelas IV Kurikulum Merdeka," Jakarta, Indonesia: Kemendikbudristek, 2022.
- [2] [2] E. Rochmah, E. Labudasari, and N. Amalia, "Pengembangan media berbasis teknologi augmented reality bermuatan wawasan kebangsaan pada tokoh kepahlawanan," *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar*, vol. 11, no. 1, pp. 10–21, Jan. 2019, doi: 10.17509/eh.v11i1.11489.
- [3] [3] J. Challenor and M. Ma, "A review of augmented reality applications for history education and heritage visualisation," *Multimodal Technologies and Interaction*, vol. 3, no. 2, p. 39, May 2019, doi: 10.3390/mti3020039.
- [4] [4] S. Khotimaharani et al., "Hero in Augmented Reality (HEAR): Interactive learning media to increase learning interest in knowing about Indonesian heroes for kindergarten student," *SEA-CECCEP Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 83–94, 2024, doi: 10.70896/seacecep.v5i01.65.
- [5] [5] S. M. Dewi, Y. N. DS, Y. Firmansyah, O. Komarudin, and Y. D. Haryanti, "Augmented reality media in social studies learning to increase nationalism in elementary school students," *F1000Research*, vol. 15, p. 52, 2026, doi: 10.12688/f1000research.15-52.v2.

- [6] [6] A. Izzuddin, J. J. Angelika, and H. Arista, "Aplikasi pembelajaran bertema pahlawan nasional berbasis augmented reality pada platform Android," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 154–163, 2023.
- [7] [7] Y. Pradana et al., "Pembuatan augmented reality sebagai media pembelajaran pengenalan pahlawan nasional," *Jurnal Multimedia dan Information Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 78–85, 2019.
- [8] [8] R. R. C. Putra et al., "Aplikasi augmented reality media pembelajaran pengenalan gambar tokoh pahlawan nasional pada uang kertas berbasis Android," *Jurnal Sisfokom*, vol. 10, no. 3, pp. 365–372, 2021, doi: 10.32736/sisfokom.v10i3.1177.
- [9] [9] A. B. Dharmawan and C. Lubis, "Pahlawan nasional Indonesia dengan augmented reality," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 145–152, 2017.
- [10] [10] N. V. V. Kamasi and S. M. F. Nangoy, "Pengembangan media pembelajaran pengenalan pahlawan nasional Sulawesi Utara berbasis augmented reality," *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, vol. 14, no. 2, 2023.
- [11] [11] G. Efstathiou, E. A. Kyza, and Y. Georgiou, "An inquiry-based augmented reality mobile learning approach to fostering primary school students' historical reasoning in non-formal settings," *Interactive Learning Environments*, vol. 26, no. 1, pp. 22–41, 2018, doi: 10.1080/10494820.2016.1276076.
- [12] [12] S. Solehatin, U. Aslamiyah et al., "Augmented reality development using multimedia development life cycle (MDLC) method in learning media," *Journal of Soft Computing Exploration*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.52465/josce.v4i1.118.
- [13] [13] R. Roedavan, "A framework for developing augmented reality applications based on the Multimedia Development Life Cycle (MDLC)," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 16, no. 1, 2025, doi: 10.36982/jiig.v16i1.5183.
- [14] [14] A. C. Luther, *Authoring Interactive Multimedia*. Boston, MA, USA: Academic Press, 1994.
- [15] [15] D. Aryani et al., "Implementation of the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) in solar system application design," *International Journal of Science, Technology & Management*, vol. 5, no. 3, pp. 456–465, 2024.
- [16] [16] B. Beizer, *Black-Box Testing: Techniques for Functional Testing of Software and Systems*. New York, NY, USA: Wiley, 1995.
- [17] [17] A. Buchori et al., "Development of learning media for the introduction of national heroes based on virtual reality in class VI in elementary school," *MIMBAR PGSD Undiksha*, vol. 13, no. 3, 2025, doi: 10.23887/jjpgsd.v13i3.92575.
- [18] [18] I. Mazidah et al., "Development of augmented reality-based digital literacy media to improve elementary school students' understanding of cultural diversity," *Journal La Edusci*, vol. 6, no. 4, 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.