



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 13362- 13369

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Media Edukasi Sejarah Candi Buddha Kalibukbuk Berbasis *Augmented Reality* dengan Marker Komik

Ni Luh Putu Aria Fameliya^{1*}, I Nengah Eka Mertayasa², Luh Putu Eka Damayanti³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha

¹aria@student.undiksha.ac.id · ²eka.mertayasa@undiksha.ac.id · ³ekadamayanthi@undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Media Edukasi Sejarah Candi Buddha Kalibukbuk berbasis *Augmented Reality* dengan marker komik serta mengetahui respons pengguna terhadap media yang dikembangkan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* yang meliputi tahapan *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*. Produk yang dihasilkan berupa media edukasi berbasis *Android* yang memadukan marker komik, animasi 3D, audio narasi, dan visual interaktif untuk menyajikan sejarah penemuan Candi Buddha Kalibukbuk beserta tujuh benda peninggalannya secara lebih menarik, informatif, dan mudah dipahami oleh generasi muda. Pengujian media dilakukan melalui uji *black box*, uji ahli isi, uji ahli media, dan uji respons pengguna menggunakan *User Experience Questionnaire (UEQ)*. Hasil uji *black box* menunjukkan persentase sebesar 100% dengan kategori sangat baik. Hasil uji ahli isi memperoleh persentase validitas sebesar 93,75% dengan kategori sangat valid, sedangkan uji ahli media memperoleh persentase sebesar 88,33% dengan kategori sangat valid. Uji respons pengguna yang melibatkan 30 responden usia 18–24 tahun menunjukkan seluruh aspek *UEQ*, yaitu daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan, berada pada kategori *excellent*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan layak digunakan sebagai media edukasi sejarah lokal yang interaktif, inovatif, dan mampu meningkatkan minat generasi muda dalam mempelajari sejarah Candi Buddha Kalibukbuk.

Kata Kunci: Media Edukasi, Candi Buddha Kalibukbuk, *Augmented Reality*, Marker Komik, Sejarah Lokal.

1. Latar Belakang

Sejarah merupakan rekaman peristiwa masa lalu yang memiliki nilai-nilai adiluhur serta kekayaan budaya yang sangat penting sebagai sumber edukasi bagi generasi muda, terutama dalam membentuk karakter dan identitas bangsa. Indonesia sebagai negara yang kaya akan sejarah memiliki banyak peninggalan budaya, salah satunya adalah candi sebagai simbol peradaban dan spiritualitas masa lampau[1]. Salah satu candi bersejarah di Bali adalah Candi Buddha Kalibukbuk yang terletak di Desa Kalibukbuk, Kabupaten Buleleng, yang menyimpan informasi penting mengenai perkembangan agama, ilmu pengetahuan, serta peninggalan artefak berharga seperti stupa, kendi, dan ghanasiwa. Candi ini juga memiliki relief berbentuk Gana yang mencerminkan sinkretisme Siwa-Buddha sebagai bukti otentik tingginya sikap toleransi dan keharmonisan antarumat beragama di masa lalu[2].

Namun demikian, nilai-nilai toleransi yang tinggi di masa lampau tersebut tidak sepenuhnya tercermin dalam kehidupan beragama saat ini, di mana data Setara (2024) menunjukkan bahwa masih terdapat sebanyak 65 kasus gangguan terhadap tempat ibadah di Indonesia[3]. Selain itu, di Kabupaten Buleleng sendiri terdapat insiden gesekan sosial pelanggaran hari raya Nyepi di wilayah Buleleng, Bali. Fenomena ini mencerminkan lemahnya pemahaman masyarakat terhadap warisan budaya lokal, yang diperparah oleh perkembangan teknologi yang memicu penurunan minat generasi muda terhadap sejarah lokal[4]. Berdasarkan hasil survei awal terhadap generasi muda di Kabupaten Buleleng, ditemukan fakta bahwa 56% responden tidak mengetahui keberadaan Candi Buddha Kalibukbuk dan hanya 20% yang mengetahui sejarahnya. Masalah ini diperparah oleh keterbatasan fasilitas di lokasi situs, di mana informasi peninggalan purbakala masih disajikan melalui lembaran konvensional yang usang dan kurang menarik, serta belum adanya ruang khusus untuk menampilkan artefak asli karena saat ini masih disimpan di kantor purbakala. Metode edukasi konvensional semacam ini terbukti tidak mampu menarik minat generasi muda yang karakteristiknya sudah terbiasa dengan media digital interaktif[5]. Di sisi lain, potensi adopsi teknologi sangat besar karena survei menunjukkan 96% responden aktif menggunakan *smartphone* dan 76% tertarik pada media berbasis *Augmented Reality (AR)*.

Berbagai penelitian terdahulu secara konsisten menunjukkan keberhasilan pemanfaatan teknologi AR untuk visualisasi interaktif di berbagai bidang, seperti media pembelajaran tari Bali menggunakan flashcard[6], preservasi digital arsitektur rumah adat Pedawa melalui buku AR[7], eksplorasi artefak kebudayaan secara tangible, pengenalan cagar budaya berbasis fotogrametri[8], penelitian terdahulu menunjukkan bahwa media Augmented Reality (AR) mampu meningkatkan pengalaman belajar melalui fitur interaktif dan animasi 3D dengan kategori valid[9], selain itu, media AR yang dikembangkan memperoleh kategori excellent pada berbagai aspek pengalaman pengguna[10], pada bidang budaya, AR mampu meningkatkan pemahaman dan minat pengguna terhadap cerita rakyat, artefak sejarah, serta cagar budaya[8], [11], [12]

Namun, sebagian besar implementasi AR pada penelitian terdahulu masih menggunakan marker gambar biasa, barcode, atau berbentuk statis, sehingga alur penyampaian ceritanya kurang mengalir. Penelitian ini berupaya mengisi celah (*gap analysis*) tersebut dengan mengembangkan media edukasi yang secara inovatif menggunakan komik sebagai penanda (*marker-based AR*). Komik dipilih karena memiliki keunggulan berupa struktur visual naratif yang kuat, panel-panel cerita yang dapat mendistribusikan segmentasi sejarah secara bertahap, serta sangat disukai oleh generasi muda[13]. Melalui integrasi *Unity* dan *Vuforia SDK*, media ini tidak hanya berfungsi sebagai bahan bacaan statis, melainkan mampu mentransformasikan visualisasi 2D komik menjadi adegan animasi 3D yang interaktif, responsif, dan dilengkapi dengan audio narasi yang kontekstual.

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada penggabungan seni visual komik sebagai marker inovatif dengan rekonstruksi animasi objek 3D yang menceritakan sejarah penemuan dan peninggalan Candi Buddha Kalibukbuk secara naratif-interaktif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan Media Edukasi Sejarah Candi Buddha Kalibukbuk Berbasis *Augmented Reality* dengan Marker Komik, sekaligus menganalisis respon pengguna terhadap media tersebut. Melalui pendekatan ini, diharapkan media yang dihasilkan mampu meningkatkan literasi sejarah lokal, memperkaya khazanah media pembelajaran digital, serta menumbuhkan kembali semangat toleransi beragama dan rasa cinta tanah air di kalangan generasi muda pada era digital.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* dengan menerapkan model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* yang terdiri atas enam tahapan sistematis, meliputi *concept* (konsep), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan bahan), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian), dan *distribution* (distribusi)[14]. Model ini dipilih karena mampu memberikan alur yang terukur dan terstruktur dalam mengembangkan media berbasis multimedia interaktif [15]. Objek penelitian berupa media edukasi sejarah Situs Candi Buddha Kalibukbuk berbasis Augmented Reality (AR) dengan integrasi media marker komik fisik. Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah generasi muda yang berada pada rentang usia 18–24 tahun di Kabupaten Buleleng dengan ukuran sampel sebanyak 30 responden

2.1. Tahap Konsep (*Concept*)

Tahapan penelitian dimulai dari tahap konsep. Perancangan awal menentukan judul media yakni Jejar-AR Candi Buddha Kalibukbuk, target pengguna adalah masyarakat umum terutama generasi muda umur (18-24 tahun), media ini bertujuan untuk memberikan edukasi mengenai sejarah penemuan candi buddha kalibukbuk beserta dengan peninggalannya, serta memberikan pengalaman berkunjung yang interkatif dan naratif bagi para pengunjung Candi Buddha Kalibukbuk. Cerita sejarah bersumber dari 2 buku utama yakni Buku Pengayaan Situs Candi Buddha Kalibukbuk dalam Khasanah Peradaban Bali” dan buku “Pesisir Utara Buleleng di Masa Lalu” dari Balai Arkeologi Bali Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.

2.2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap desain melakukan perancangan antarmuka media edukasi yang terdiri dari Menu Utama, Profil Pengembang, Panduan, Kamera-AR, dan Keluar. Kemudian mendesain alur cerita sejarah penemuan Candi Buddha Kalibukbuk beserta dengan benda peninggalannya berupa storyboard, kemudian merancang desain marker berupa komik yang terdiri dari 10 scene cerita sejarah penemuan candi.

2.3. Tahap Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Tahap Mengumpulkan seluruh aset digital yang diperlukan, meliputi data dokumentasi sejarah dari buku acuan Balai Arkeologi Bali, foto artefak asli dari Museum Arkeologi Bali di bawah naungan Balai Pelestarian Kebudayaan (BPK) , rekaman klip suara untuk komponen dubbing narasi cerita sejarah , penyiapan musik latar (*background*) , serta elemen grafis 2D tombol navigasi.

2.4. Tahap Pembuatan (*Assembly*)

Menyatukan seluruh material multimedia di dalam lingkungan pengembangan utama Unity 3D dan pangkalan data Vuforia SDK menggunakan bahasa pemrograman C#. Pemodelan tiga dimensi, pemberian tekstur (texturing), penulangan (rigging), hingga pengerjaan gerak karakter objek sejarah diproduksi menggunakan perangkat lunak Blender 4.0.

2.5. Tahap Pengujian (*Testing*)

Tahap testing dilakukan untuk memastikan pemenuhan aspek fungsionalitas, kelayakan media, dan kualitas pengalaman pengguna. Pengujian meliputi uji Black Box sebanyak 10 butir pengujian untuk memvalidasi stabilitas fungsi antarmuka dan respons pemindaian kamera. Uji validitas isi dan media dilakukan oleh 2 orang ahli isi (staf pengelola situs dan Kepala Bidang Adat dan Cagar Budaya Kabupaten Buleleng) serta 2 orang ahli media menggunakan kuesioner instrumen skala Likert rentang skor 1–4. Pengukuran respon psikologis dan pengalaman nyata pengguna dianalisis menggunakan metode *User Experience Questionnaire* (UEQ) standar yang mencakup 26 item pernyataan terbagi ke dalam 6 skala metrik utama (daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan), di mana hasil nilai rata-rata (*mean*) selanjutnya dikonversi terhadap tabel dataset benchmark UEQ.

2.6 Tahap Distribusi (*Distribution*)

Tahap terakhir yaitu distribusi dilakukan dengan mendistribusikan berkas .apk secara digital melalui koordinasi bersama Dinas Kebudayaan Kabupaten Buleleng untuk dipublikasikan pada situs web resmi dinas, sedangkan komik fisik cetak berbahan kertas *Art Paper* ditempatkan pada area strategis gerbang masuk Situs Candi Buddha Kalibukbuk.

3. Hasil dan Diskusi

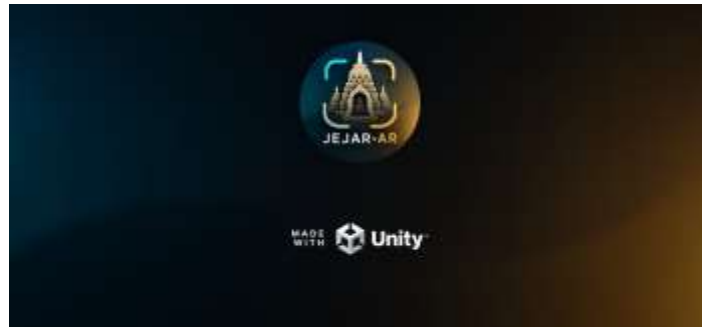
Pengembangan media edukasi sejarah Candi Buddha Kalibukbuk berbasis Augmented Reality (AR) dengan marker komik telah berhasil direalisasikan melalui enam tahapan model MDLC. Produk akhir yang dihasilkan berupa aplikasi Android berkas .apk berukuran optimal yang mengintegrasikan aspek visual komik 2D dan rekonstruksi digital objek 3D. Seluruh fitur navigasi, visualisasi cerita sejarah, serta mekanisme pelacakan kamera terhadap marker komik dapat berjalan sesuai rancangan awal. Guna memberikan paparan yang komprehensif, hasil pengujian produk dan analisis respons evaluasi diuraikan secara logis pada beberapa sub-bab berikut.

3.1. Hasil Tahap Konsep (*Concept*)

Fase awal ini berhasil merumuskan karakteristik operasional aplikasi JEJAR-AR Candi Buddha Kalibukbuk sebagai media edukasi sejarah berbasis Android dengan penanda pelacakan berupa komik cetak A5 bagi generasi muda usia 18–24 tahun di Kabupaten Buleleng. Fokus utama tahapan ini tertumpu pada analisis kebutuhan perangkat lunak (software) menggunakan sistem operasi Microsoft Windows 11 sebagai basis lingkungan pengembangan perangkat multimedia terintegrasi. Rekonstruksi aset sejarah tiga dimensi diproduksi menggunakan perangkat lunak Blender versi 4.0, sedangkan perancangan tata letak panel komik cetak serta arsitektur antarmuka pengguna dikerjakan melalui Adobe Illustrator 2019 dan Figma. Seluruh material digital, rekaman audio narasi Sound of Text, dan musik latar YouTube tersebut disatukan secara utuh menggunakan game engine Unity versi 2021.3.43f1 dengan dukungan Vuforia SDK sebagai mesin pelacak berbasis gambar. Implementasi seluruh arsitektur perangkat lunak ini dioptimalkan selama proses produksi menggunakan komputer jinjing IdeaPad Gaming 3 15ACH6 (AMD Ryzen 5000 Series dan Nvidia GeForce RTX) guna menjamin sistem mampu memproses algoritma pelacakan secara responsif dan real-time pada perangkat smartphone pengguna dengan kriteria minimal Android 10.0 (API level 29).

3.2. Hasil Tahap Desain (*Design*)

Implementasi tahap ini dilakukan secara kolaboratif dengan mengoptimalkan berbagai fitur pada aplikasi Figma untuk menyusun tata letak (layouting), Adobe Illustrator 2019 untuk mematangkan aset grafis dua dimensi, serta game engine Unity versi 2021.3.43f1 sebagai lingkungan integrasi utama antarmuka. Hasil perwujudan konkret dari draf awal menjadi desain akhir antarmuka pada aplikasi JEJAR-AR Candi Buddha Kalibukbuk tersebut dipetakan secara ringkas pada gambar berikut:



Gambar 1. Splash Screen



Gambar 2. Menu Utama



Gambar 3. Profil Pengembang



Gambar 4. Panduan



Gambar 5. Keluar

3.3. Hasil Tahap Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Fase pengumpulan bahan berhasil menghimpun seluruh aset digital dua dimensi, tiga dimensi, serta elemen audio yang bersumber dari platform daring maupun proses produksi mandiri. Komponen grafis berupa gambar pendukung disadur melalui Pinterest, sedangkan elemen ikon penunjang estetika tombol navigasi antarmuka diperoleh secara legal dari *Flaticon*. Kebutuhan auditori dipenuhi dengan mengunduh musik latar (background) bernuansa instrumental dari YouTube yang dikombinasikan secara sinkron dengan klip audio narasi sejarah (dubbing) hasil konversi teks melalui layanan Sound of Text. Sementara itu, pemenuhan visualisasi objek tiga dimensi dilakukan secara mandiri melalui proses pemodelan, pemberian tekstur, dan modifikasi kerangka objek (modeling) di dalam perangkat lunak Blender versi 4.0. Seluruh material digital tersebut, bersama dengan desain penanda pelacakan (marker komik) yang dirancang menggunakan Adobe Illustrator 2019, dikelompokkan ke dalam direktori pangkalan data terstruktur untuk menjamin efisiensi proses impor aset tanpa kendala teknis pada tahapan perakitan program selanjutnya.

3.4. Hasil Tahap Pembuatan (*Assembly*)

Tahap pembuatan merupakan fase inti saat seluruh material digital disatukan secara sistematis ke dalam *Unity* versi 2021.3.43f1 dengan *Vuforia SDK* untuk memproduksi aplikasi edukasi interaktif yang utuh. Rekonstruksi visual diawali dengan pengerjaan objek tiga dimensi menggunakan Blender versi 4.0 melalui proses modelling karakter, properti, dan lingkungan, yang dilanjutkan dengan fase texturing pewarnaan latar. Objek 3D kemudian melewati tahapan rigging struktur tulang pada *platform mixamo*. Sebelum dianimasikan secara dinamis di dalam Blender versi 4.0 sesuai rancangan storyboard. sebelum akhirnya dianimasikan secara dinamis sesuai rancangan storyboard melalui modifikasi lanjutan di dalam Blender versi 4.0. Paralel dengan produksi aset 3D, perancangan marker komik fisik dikerjakan menggunakan *Adobe Illustrator* untuk menghasilkan tiga belas halaman target gambar, meliputi sampul depan, lembar panduan, sepuluh scene cerita sejarah utama, dan sampul belakang, yang seluruhnya didaftarkan ke dalam pangkalan data pustaka (*library*) *Vuforia SDK* sebagai basis pelacakan gambar target. Kebutuhan auditori diselesaikan dengan mengimpor berkas audio narasi berformat MP3 hasil konversi layanan ke dalam proyek Unity sebagai penjelasan suara pada setiap adegan cerita.

Logika fungsionalitas dan interaktivitas sistem dikembangkan secara menyeluruh menggunakan bahasa pemrograman C# melalui penyusunan beberapa naskah kode (*script*) utama, meliputi *Script Main Menu* untuk mengendalikan navigasi perpindahan scene serta menampilkan konfirmasi keluar aplikasi lewat perintah *Application.Quit*, naskah panel panduan yang memanfaatkan fungsi *SetActive* untuk memunculkan atau menyembunyikan instruksi pemindaian kamera AR secara responsif, script *UIplaypause* berbasis *UnityEngine.UI* untuk memanipulasi properti *interactable* tombol putar dan jeda audio narasi saat fungsi *OnMarkerDetected* terpicu, serta naskah *TraceableAR* sebagai turunan dari *DefaultObserverEventHandler* bawaan *Vuforia* guna memantau status keberadaan marker secara real-time lewat mekanisme fungsi *OnTrackingFound* dan *OnTrackingLost*. Seluruh arsitektur kode program perangkat lunak ini dioptimalkan selama proses produksi menggunakan komputer IdeaPad Gaming 3 15ACH6 (AMD Ryzen 5000 Series dan Nvidia GeForce RTX) guna menjamin sistem mampu mengeksekusi algoritma multimedia secara lancar dan responsif.

3.5. Hasil Tahap Pengujian (*Testing*)

Pengujian mutu produk dilakukan secara komprehensif melalui analisis kuantitatif dan kualitatif untuk memastikan pemenuhan aspek fungsionalitas, kelayakan materi, serta kualitas pengalaman pengguna. Evaluasi fungsional menggunakan uji *Black Box Testing* yang mencakup sepuluh butir skenario uji utama pada tombol navigasi dan stabilitas kamera AR menunjukkan tingkat keberhasilan penuh sebesar 100% tanpa adanya kegagalan sistem (bug). Validasi kelayakan materi melibatkan dua orang ahli isi. Hasil perhitungan instrumen kuesioner menggunakan skala Likert memperoleh persentase rata-rata kelayakan isi sebesar 93,75% yang berada pada kategori sangat valid. Produk dinilai telah menyajikan narasi sejarah secara faktual, menggunakan tata bahasa yang mudah dipahami, serta memiliki visualisasi 3D yang akurat sesuai bukti otentik purbakala. Selanjutnya, pengujian aspek media dilakukan oleh dua orang ahli media untuk mengevaluasi elemen desain grafis, kualitas audio, operasionalitas, keamanan, dan penanganan kesalahan. Setelah melalui tahapan revisi berdasarkan masukan minor mengenai kerapian margin halaman dan perbaikan tombol, pengujian akhir menghasilkan skor empiris gabungan sebesar 106 dari total skor maksimal 120. Berdasarkan rumus validitas gabungan, diperoleh persentase kelayakan media sebesar 88,33% yang mengonfirmasi bahwa produk berada dalam kategori sangat valid dan layak digunakan tanpa memerlukan revisi lanjutan

Evaluasi pengalaman nyata pengguna melibatkan tiga puluh responden dari kalangan generasi muda berusia 18–24 tahun di Kabupaten Buleleng menggunakan instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ) standar yang mencakup dua puluh enam item pernyataan. Rekapitulasi nilai rata-rata (*mean*) dari respon psikologis pengguna disajikan secara ringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Rata-rata (*Mean*) Skala UEQ

Skala UEQ	Nilai Rata-rata (Mean)	Kategori <i>Benchmark</i>
Daya Tarik (<i>Attractiveness</i>)	2,67	Excellent
Kejelasan (<i>Perspiciuity</i>)	2,59	Excellent
Efisiensi (<i>Efficiency</i>)	2,53	Excellent
Ketepatan (<i>Dependability</i>)	2,54	Excellent
Stimulasi (<i>Stimulation</i>)	2,60	Excellent
Kebaruan (<i>Novelty</i>)	2,28	Excellent

Berdasarkan hasil *benchmark* UEQ, seluruh aspek memperoleh kategori **Excellent**, yang menunjukkan bahwa Media Edukasi Sejarah Candi Buddha Kalibukbuk Berbasis *Augmented Reality* dengan marker komik termasuk dalam 10% produk terbaik berdasarkan dataset *benchmark* UEQ. Aspek daya tarik memperoleh nilai mean 2,67 yang menunjukkan media mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik melalui perpaduan komik, animasi 3D, dan antarmuka interaktif. Aspek kejelasan memperoleh nilai 2,59, yang mengindikasikan bahwa navigasi dan penyampaian materi mudah dipahami oleh pengguna. Aspek efisiensi 2,53 dan ketepatan (2,54) menunjukkan media dapat digunakan dengan mudah serta seluruh fitur berfungsi sesuai kebutuhan pengguna. Aspek stimulasi memperoleh nilai 2,60 yang menunjukkan media mampu meningkatkan minat pengguna dalam mempelajari sejarah melalui penyajian yang interaktif. Sementara itu, aspek kebaruan memperoleh nilai 2,28 dan tetap berada pada kategori Excellent, yang mengindikasikan bahwa penggunaan *Augmented Reality* dengan marker komik memberikan pengalaman belajar yang inovatif dibandingkan media pembelajaran sejarah konvensional.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [9] yang menunjukkan bahwa media AR mampu meningkatkan pengalaman belajar melalui visualisasi tiga dimensi. Selain itu, penelitian [10] juga memperoleh kategori **Excellent** pada aspek pengalaman pengguna. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi *Augmented Reality* mampu meningkatkan kualitas interaksi pengguna terhadap media pembelajaran. Perbedaan penelitian ini terletak pada penggunaan marker berbentuk komik sehingga proses penyampaian sejarah menjadi lebih naratif dan berkesinambungan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan komik sebagai marker AR yang tidak hanya berfungsi sebagai media pemindaian, tetapi juga sebagai media penyampaian cerita sejarah secara bertahap. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan marker berupa gambar tunggal atau barcode, marker komik memungkinkan pengguna mengikuti alur sejarah secara naratif sehingga pengalaman belajar menjadi lebih kontekstual. Penelitian ini memiliki implikasi teoretis dan praktis dalam pengembangan media edukasi berbasis *Augmented Reality*.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkaya kajian mengenai pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* sebagai media edukasi budaya dan sejarah lokal. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan marker komik tidak hanya berfungsi sebagai media pemindaian objek AR, tetapi juga efektif sebagai media penyampaian cerita secara naratif sehingga mampu meningkatkan pengalaman belajar pengguna. Secara praktis, media edukasi yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media informasi dan edukasi di Situs Candi Buddha Kalibukbuk untuk membantu pengunjung memahami sejarah penemuan candi beserta benda-benda peninggalannya secara interaktif. Selain itu, media ini juga berpotensi menjadi sarana promosi wisata budaya yang memanfaatkan teknologi digital sehingga dapat meningkatkan daya tarik situs bagi generasi muda. Dalam bidang pendidikan, media ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran sejarah lokal di sekolah maupun perguruan tinggi untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan kontekstual.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat menjadi perhatian untuk pengembangan selanjutnya. Media edukasi yang dikembangkan saat ini hanya dapat dijalankan pada perangkat berbasis *Android*, sehingga belum dapat diakses oleh pengguna perangkat dengan sistem operasi lain, seperti *iOS*. Selain itu, materi yang disajikan masih berfokus pada Situs Candi Buddha Kalibukbuk dengan visualisasi tujuh artefak yang berhasil didokumentasikan, sehingga belum mencakup seluruh peninggalan maupun informasi sejarah situs secara lebih luas.

3.6. Hasil Tahap Distribusi (*Distribution*)

Tahap distribusi merupakan fase akhir dari model MDLC yang bertujuan untuk menyebarluaskan produk yang telah dinyatakan layak kepada target pengguna secara optimal. Proses penyebaran aplikasi JEJAR-AR Candi Buddha Kalibukbuk berformat .apk dilakukan secara digital melalui koordinasi bersama Dinas Kebudayaan Kabupaten Buleleng untuk dipublikasikan pada situs web resmi dinas terkait serta disebarluaskan ke sekolah-sekolah di wilayah setempat. Sementara itu, sarana penanda pelacakan berupa buku komik fisik diproduksi menggunakan cetakan berbahan kertas *Art Paper* berkualitas tinggi guna menjamin daya tahan fisik marker serta memastikan akurasi keterbacaan pemindaian oleh modul kamera smartphone. Buku komik cetak tersebut didistribusikan secara luring dengan menempatkannya pada area strategis gerbang masuk dan loket informasi Situs Candi Buddha Kalibukbuk, sehingga dapat diakses secara langsung oleh masyarakat umum maupun wisatawan generasi muda sebagai sarana penunjang literasi sejarah dan pemandu wisata mandiri yang interaktif di lokasi cagar budaya.

4. Kesimpulan

Pengembangan aplikasi JEJAR-AR Candi Buddha Kalibukbuk berbasis *Android* dengan penanda pelacakan berupa media cetak komik berukuran A5 telah berhasil menjawab tujuan penelitian sebagai media edukasi sejarah yang sangat valid dan interaktif. Berdasarkan hasil pengujian empiris, tingkat kelayakan produk dari aspek materi mencapai persentase sebesar 93,75%, sedangkan dari aspek media memperoleh nilai sebesar 88,33%, yang menempatkan keseluruhan sistem pada kategori sangat valid dan layak digunakan tanpa revisi lanjutan. Analisis fungsionalitas sistem melalui Black Box Testing mengonfirmasi tingkat keberhasilan mekanis aplikasi sebesar 100%, sementara evaluasi psikologis pengguna menggunakan instrumen User Experience Questionnaire (UEQ) terhadap generasi muda usia 18–24 tahun menghasilkan predikat tertinggi (*excellent*) pada seluruh dimensi pengukuran. Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan media edukasi ini masih dapat ditingkatkan pada penelitian selanjutnya. Pengembangan dapat dilakukan dengan menambahkan visualisasi seluruh artefak dan informasi sejarah yang terdapat di Situs Candi Buddha Kalibukbuk sehingga materi yang disajikan menjadi lebih lengkap. Selain itu, media dapat dilengkapi dengan fitur **kuis interaktif** sebagai sarana evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna setelah mempelajari materi sejarah. Dari sisi kompatibilitas, aplikasi diharapkan dapat dikembangkan agar mendukung sistem operasi **iOS** sehingga dapat menjangkau lebih banyak pengguna. Penggunaan teknologi **markerless Augmented Reality** juga dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaan media tanpa bergantung pada marker komik fisik.

Referensi

- [1] A. Prabowo Sulistiawan *et al.*, “Identifikasi Ornamen Art Deco Pada Eksterior Gedung Merdeka Bandung,” *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* |, vol. 4, no. 3, pp. 249–263, 2023.
- [2] I. N. B. Pramatha, “PRODIKSEMA I Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sejarah dan Ilmu Sosial Pemanfaatan Media Sosial Populer Dalam Pembelajaran Sejarah Berbasis Kearifan Lokal Di Era Disrupsi,” Denpasar, May 2022.
- [3] I. Setara, “Kondisi Kebebasan Beragama Berkeyakinan (KBB) 2023 Dari Stagnasi Menuju Stagnasi Baru,” Jun. 2024. Accessed: May 30, 2025. [Online]. Available: <https://setara-institute.org>
- [4] H. Latipah and Nawawi, “Perilaku Intoleransi Beragama Dan Budaya Media Sosial: Tinjauan Bimbingan Literasi Media Digital Di Masyarakat,” *Jurnal Bimbingan, Penyuluhan, dan Konseling Islam*, vol. 6, no. 2, pp. 21–42, 2023.
- [5] E. Sumardi and I. Suryawati, “Indonesian Journalism in the Era of Information Disruption,” *PROPAGANDA*, vol. 2, no. 1, pp. 15–31, Jan. 2022, doi: 10.37010/prop.v2i1.446.
- [6] S. Aji, R. Prawika, I. Nengah, E. Mertayasa, and W. A. Suyasa, “Pengembangan Augmented Reality Gerakan Dasar Tari Bali,” vol. 15, no. 1, 2026.
- [7] I. K. E. Wijaya, I. G. P. Sindu, and I. B. N. Pascima, “Pengembangan Augmented Reality untuk Rumah Adat Desa Pedawa yang Terancam Punah,” *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 5, pp. 2809–476, Oct. 2025, doi: 10.47709/jpsk.v5i02.7342.
- [8] I. K. E. P. Santosa, S. Kom. , M. Sc. , I. G. M. Darmawiguna, and S. T. , M. Sc. , Ph. D. M. W. A. Kesiman, “Buku Augmented Reality Pengenalan Cagar Budaya Pura Puseh Desa Tumbu Berbasis Fotogrametri,” 2023.
- [9] O. S. Marpaung, I. N. E. Mertayasa, and D. S. Wahyuni, “Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Teknik Dasar Gaya Renang Pada Jenjang SMA,” *JEKIN - Jurnal Teknik Informatika*, vol. 5, no. 3, pp. 1101–1111, Nov. 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i3.1814.
- [10] P. D. Pramudita, I. B. N. Pascima, and I. G. P. Sindu, “Pengembangan Augmented Reality Portal Untuk Galeri Virtual Lukisan Wayang Kambasan,” *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 14, no. 1, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10609>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- [11] I. K. Y. P. Giri, S. Kom. , M. Sc. , I. G. M. Darmawiguna, and S. Pd. , M. Cs. , I. B. N. Pascima, “Cerita Rakyat Bali Asal Usul Buleleng dan Singaraja Berbasis Augmented Reality,” 2024.
- [12] S. L. W. Z. J. C. J. T. Tao Yu a, “RelicCARD: Enhancing cultural relics exploration through semantics-based augmented reality tangible interaction design,” *Visual Informatics*, pp. 32–41, Jul. 2024.
- [13] G. Geneviene and I. Harnoko, “Perancangan Komik Edukasi Cosplay untuk Generasi Muda di Indonesia,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 9, no. 2, 2024.
- [14] A. H. Agusti and A. N. Alfian, “Multimedia Development Life Cycle dan User Acceptance Test Pada Media Pembelajaran Interaktif Rumus Matematika,” *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 9, no. 2, pp. 147–161, 2022.
- [15] M. Waruwu, “Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol. 9, no. 2, pp. 1220–1230, May 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.