

PENGEMBANGAN MEDIA PENGENALAN BENDA SEJARAH MUSEUM BULELENG BERBASIS WEB-BASED AUGMENTED REALITY

I Made Vedro Dwipa Badranaya¹, I Gede Partha Sindu², Ida Bagus Nyoman Pascima³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Teknik Informatika; Undiksha. Universitas Pendidikan Ganesha. Alamat: JI. Udayana No.11, Banjar Tegal, Singaraja, Kabupaten Buleleng, Bali 81116 ; Telpn. (0362) 22570

Keywords:

Augmented Reality, Buleleng Museum, WebAR, MDLC, Educational Media.

Correspondent Email:

vedro@undiksha.ac.id

Abstrak. sejarah Museum Buleleng berbasis *Web-Based Augmented Reality* (WebAR) sebagai solusi inovatif dalam memperkenalkan koleksi museum secara interaktif dan menarik. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahap, yaitu *Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution*. Produk yang dihasilkan berupa website MuBuAR yang memungkinkan pengguna mengakses visualisasi tiga dimensi (3D) artefak sejarah yang dilengkapi dengan informasi berbasis teks dan audio tanpa perlu menginstal aplikasi tambahan. Hasil pengujian blackbox menunjukkan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan rancangan, sementara uji validitas oleh ahli isi dan ahli media memperoleh kualifikasi "Sangat Tinggi" dengan kategori "Sangat Valid". Uji respons pengguna menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ) menghasilkan nilai "Excellent" pada seluruh aspek, dengan nilai tertinggi pada aspek daya tarik (*Attractiveness*), diikuti stimulasi, kejelasan, efisiensi, ketepatan, dan kebaruan. Berdasarkan hasil tersebut, media ini dinyatakan layak digunakan sebagai sarana edukasi sejarah serta dapat mendukung pelestarian nilai budaya lokal melalui pemanfaatan teknologi digital.

Kata kunci: *Augmented Reality, Museum Buleleng, WebAR, MDLC, Media Edukasi*



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *This study aims to develop a media for introducing historical objects at the Buleleng Museum based on Web-Based Augmented Reality (WebAR) as an innovative solution for presenting the museum's collections interactively and engagingly. The research method used is Research and Development (R&D) with the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model, which consists of six stages: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, and Distribution. The product developed is the MuBuAR website, which allows users to access 3D visualizations of historical artifacts with text and audio information without needing to install additional applications. The blackbox testing results show that all functions are working as planned, while validity testing by content and media experts yielded a qualification of "Very High" with the "Highly Valid" category. User response testing using the User Experience Questionnaire (UEQ) resulted in an "Excellent" rating across all aspects, with the highest rating in Attractiveness, followed by stimulation, clarity, efficiency, accuracy, and novelty. Based on these results, the media is deemed suitable for use as a history education tool and can support the preservation of local cultural values through the use of digital technology.*

Keywords: *Augmented Reality, Buleleng Museum, WebAR, MDLC, Educational Media.*

1. PENDAHULUAN

Sejarah merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia, karena melalui sejarah, kita dapat memahami peristiwa-peristiwa penting yang membentuk kehidupan masa kini dan masa depan. Namun, banyak masyarakat yang menganggap sejarah sebagai pelajaran yang membosankan, terutama di kalangan generasi muda. Penyampaian informasi sejarah yang cenderung monoton dan kurang interaktif membuat banyak orang kehilangan minat untuk mempelajari sejarah lebih lanjut. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi dalam cara menyampaikan informasi sejarah agar lebih menarik dan mudah dipahami [1]

Museum sebagai lembaga yang bertugas mengumpulkan, merawat, dan memamerkan warisan budaya memiliki peran penting dalam pelestarian sejarah. Namun, banyak museum yang masih menggunakan metode konvensional dalam memperkenalkan koleksi mereka, seperti papan keterangan atau pemandu wisata [2]. Hal ini sering kali tidak cukup menarik bagi pengunjung muda yang lebih akrab dengan teknologi digital. Berdasarkan hasil survei, sebagian besar pengunjung museum mengaku bahwa mereka tidak tertarik untuk berkunjung karena faktor keterbatasan waktu (42,9%), biaya (28,6%), dan jarak yang jauh (19%). Fenomena tersebut menunjukkan perlunya suatu inovasi untuk meningkatkan daya tarik museum dan membuat proses pembelajaran sejarah menjadi lebih menarik. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR), yang memungkinkan objek tiga dimensi (3D) untuk dipresentasikan secara interaktif dalam dunia nyata. Teknologi *Web-Based Augmented Reality (WebAR)* memungkinkan pengguna untuk mengakses konten 3D melalui browser tanpa perlu mengunduh aplikasi tambahan. Dengan memanfaatkan *WebAR*, pengunjung museum dapat melihat objek sejarah secara lebih imersif dan mendapatkan informasi yang lebih mendalam tentang objek-objek tersebut [3]

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pengenalan benda sejarah di Museum Buleleng berbasis *Web-Based Augmented Reality (WebAR)*. Melalui media ini, diharapkan pengunjung, terutama generasi muda, dapat lebih tertarik dan mudah memahami sejarah dan budaya yang ada di museum. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendukung pelestarian budaya lokal dengan memanfaatkan teknologi digital yang semakin berkembang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Museum memiliki peran yang sangat penting dalam pelestarian sejarah dan budaya. Seiring dengan perkembangan teknologi, banyak museum yang

mulai mengadopsi teknologi baru untuk meningkatkan daya tarik pengunjung. Salah satu teknologi yang sedang berkembang adalah Augmented Reality (AR), yang memungkinkan objek virtual untuk ditampilkan di dunia nyata melalui perangkat digital. Teknologi ini memberikan pengalaman yang lebih interaktif dan imersif, sehingga dapat meningkatkan minat pengunjung dalam mempelajari sejarah dan budaya.

Menurut Peddie (2021), AR adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital yang dihasilkan komputer, yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek 3D dalam konteks dunia nyata. Teknologi ini dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan dan pariwisata, untuk menciptakan pengalaman yang lebih menarik. Dalam konteks museum, AR dapat digunakan untuk menampilkan objek-objek sejarah dalam bentuk 3D yang dapat diputar dan diperbesar, sehingga pengunjung dapat melihatnya dari berbagai sudut dan mendapatkan informasi yang lebih mendalam [4]

Sebelumnya, beberapa penelitian telah menunjukkan penerapan AR dalam museum. [5] dalam penelitiannya tentang aplikasi *virtual tour* 360 derajat di Museum Bali berbasis website, menyatakan bahwa penggunaan teknologi AR dapat meningkatkan pengalaman pengunjung dalam mengeksplorasi koleksi museum secara lebih interaktif. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pengunjung dapat melihat artefak dari berbagai perspektif, sehingga mereka dapat memahami objek tersebut dengan lebih baik. Selain itu, penggunaan AR juga dapat mempermudah pengunjung dalam memahami konteks sejarah dan budaya yang ada di balik setiap objek.

Selain itu, Menurut Putra & Yulianti (2023), penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality dapat meningkatkan pemahaman pengguna terhadap objek visual yang kompleks melalui visualisasi yang lebih interaktif dan nyata. Teknologi ini memungkinkan pengguna mengamati objek secara lebih mendalam karena informasi ditampilkan secara langsung pada lingkungan nyata sehingga proses belajar menjadi lebih efektif dan mudah dipahami [6]

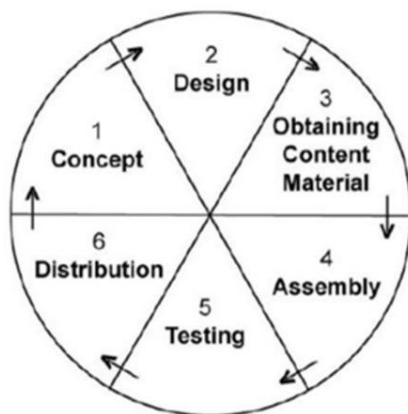
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*. Model ini dipilih karena cocok untuk pengembangan produk multimedia seperti website berbasis *WebAR* [7]. MDLC terdiri dari enam tahap utama, yaitu: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution.

3.1 TAHAPAN PENELITIAN

Untuk pengembangan produk media pengenalan Museum Buleleng, digunakan model Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Model ini terdiri dari enam tahapan, yaitu:

1. *Concept* (Pengonsepan)
2. *Design* (Perancangan)
3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)
4. *Assembly* (Pembuatan)
5. *Testing* (Pengujian)
6. *Distribution* (Distribusi)

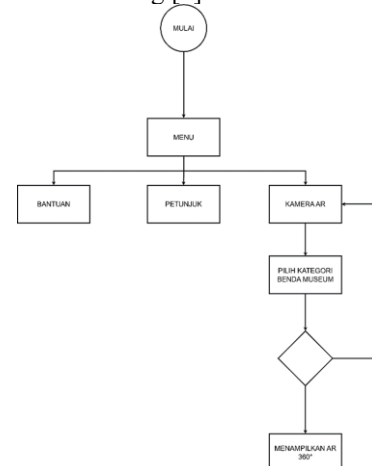


Gambar 1
Model MDLC (Multimedia Development Life Cycle)

Tahapan Model MDLC dalam Penelitian Ini

1. *Concept* (Pengonsepan)
Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk memahami masalah yang ada dan mendefinisikan tujuan pengembangan media. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah media pengenalan sejarah yang dapat meningkatkan interaksi pengunjung dengan koleksi museum secara lebih menarik dan edukatif. Pada tahap ini, peneliti juga memilih perangkat lunak yang akan digunakan, termasuk Unity 3D untuk pembuatan model 3D, serta AR.js untuk implementasi *WebAR*. Selain itu, penentuan platform hosting seperti GitHub Pages atau Netlify juga dilakukan untuk memastikan website dapat diakses secara online tanpa aplikasi tambahan [8]
2. *Design* (Perancangan)
Pada tahap desain, peneliti merancang elemen-elemen visual dan struktural dari website *WebAR*. Perancangan ini mencakup pembuatan wireframe, use case diagram, dan activity diagram untuk menggambarkan bagaimana pengguna

akan berinteraksi dengan website. Di tahap ini, antarmuka pengguna juga dirancang menggunakan perangkat lunak seperti Figma, dengan memperhatikan prinsip-prinsip desain yang mudah digunakan dan menarik. Desain interaksi dengan objek 3D juga diperhatikan untuk memastikan pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi tentang artefak yang ada di Museum Buleleng [9]



Gambar 2
Flowchart Diagram untuk Struktur Website

3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)
Tahap pengumpulan bahan melibatkan pengumpulan data terkait koleksi artefak di Museum Buleleng [10]. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pengembangan website *WebAR* meliputi:
 - Model 3D artefak
Model objek sejarah dibuat menggunakan perangkat lunak pemodelan 3D seperti Blender, yang kemudian diimpor ke dalam platform *WebAR*.
 - Deskripsi dan informasi Sejarah
Data terkait artefak dikumpulkan melalui wawancara dengan kurator museum dan penelitian literatur.
 - Audio
Narasi audio yang menjelaskan artefak dan konteks sejarahnya juga dikumpulkan dan disiapkan untuk integrasi dalam website.
4. *Assembly* (Pembuatan)
Pada tahap ini, peneliti mulai mengembangkan website yang akan menampilkan objek 3D melalui *WebAR*. Penggunaan Unity 3D untuk pembuatan objek 3D dan AR.js untuk implementasi *WebAR* memungkinkan objek sejarah ditampilkan di atas dunia

nyata menggunakan kamera smartphone. Proses assembly ini juga melibatkan pengembangan elemen antarmuka pengguna menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript di Visual Studio Code. Setiap objek sejarah yang ditampilkan pada website akan memiliki fitur interaktif, di mana pengunjung dapat memutar, memperbesar, dan mengakses informasi lebih lanjut melalui teks dan audio yang sudah disiapkan sebelumnya [11]

5. Testing (Pengujian)

Setelah website selesai dibuat, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa website berfungsi sesuai dengan rencana. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- Uji Blackbox
Pengujian fungsionalitas untuk memastikan bahwa seluruh fitur, seperti tampilan objek 3D dan navigasi antar halaman, berjalan dengan baik.
- Uji Ahli Isi
Uji validitas oleh ahli sejarah untuk memastikan informasi yang disajikan dalam website akurat dan sesuai dengan konteks sejarah.
- Uji Ahli Media
Pengujian oleh ahli media untuk menilai kualitas antarmuka pengguna, visual, dan fungsionalitas keseluruhan website.
- Uji Pengalaman Pengguna
Menggunakan *User Experience Questionnaire (UEQ)* untuk mengukur respons pengguna terhadap berbagai aspek interaktivitas, daya tarik, kemudahan penggunaan, dan fitur lainnya.

6. Distribution (Distribusi)

Pada tahap distribusi, website yang telah diuji dan dinyatakan valid akan dipublikasikan di platform hosting seperti GitHub Pages atau Netlify. Website ini akan dapat diakses melalui browser di perangkat apapun, baik smartphone maupun komputer, tanpa perlu mengunduh aplikasi tambahan. Sebagai tambahan, untuk mempermudah akses, URL website akan dikonversi menjadi QR code yang dapat dipindai oleh pengunjung museum, dan akan disebarluaskan melalui media sosial atau ditempatkan di area museum [12]

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemilihan Perangkat Lunak dan Platform

Dalam pengembangan media pengenalan sejarah Museum Buleleng berbasis *Web-Based Augmented Reality* (WebAR), pemilihan perangkat lunak dan platform dilakukan secara selektif. *Unity 3D* digunakan untuk membangun interaksi dan animasi berbasis AR karena mendukung ekspor ke *WebGL* dan terintegrasi dengan pustaka WebAR. Untuk mendukung fungsionalitas AR berbasis web, digunakan framework seperti *MindAR.js*, *AR.js*, atau *A-Frame* yang ringan dan kompatibel dengan berbagai browser. *Blender* digunakan untuk membuat model 3D artefak, sedangkan *Visual Studio Code* digunakan untuk pengembangan kode HTML, JavaScript, dan pustaka WebAR. Untuk desain antarmuka, *Figma* dan *Adobe XD* dipilih untuk memastikan tampilan yang menarik dan ramah pengguna [13]

Setelah pengembangan selesai, aplikasi diunggah ke platform hosting seperti *GitHub Pages*, *Netlify*, atau *Vercel* untuk dapat diakses melalui browser pada perangkat smartphone maupun komputer. Pemilihan perangkat lunak ini diharapkan menghasilkan media yang efektif, interaktif, dan mudah diakses oleh masyarakat [14]

2. Material Collecting (Pengumpulan Bahan)

Pada tahap pengumpulan bahan, informasi mengenai sejarah Museum Buleleng dan dokumentasi artefak dikumpulkan untuk digunakan sebagai konten teks dan narasi di dalam aplikasi AR. Beberapa bahan utama yang dikumpulkan adalah teks deskripsi artefak, model 3D untuk merepresentasikan koleksi museum, serta perangkat lunak pendukung seperti *Blender*, *Photoshop*, dan *Illustrator* [15]

3. Assembly (Pembuatan)

Tahap assembly adalah tahap pelaksanaan produksi aplikasi AR, penyusunan model 3D, dan integrasi komponen AR (Mustagfaroh et al., 2021).. Produksi dilakukan berdasarkan rancangan yang telah dibuat pada tahap design. Agar aplikasi dapat diselesaikan sesuai jadwal, diperlukan alur kerja yang sistematis. Tahapan ini terdiri dari proses utama sebagai berikut:

Produksi

Proses produksi WebAR Museum Buleleng mencakup beberapa tahapan penting: pertama, pengembangan konsep dan desain konten, termasuk penataan informasi dan model 3D artefak menggunakan *Blender*. Model 3D kemudian diberi tekstur untuk menambah realisme. Setelah itu, objek 3D diintegrasikan ke dalam WebAR menggunakan *MindAR.js* atau *AR.js*. Desain antarmuka dibuat di *Figma* dan diimplementasikan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript di *Visual Studio Code*. Marker AR dihubungkan dengan objek 3D untuk muncul saat dipindai. Konten

sejarah ditambahkan untuk melengkapi informasi tentang artefak [16]

Pasca Produksi

Setelah aplikasi selesai, dilakukan pengujian fungsionalitas pada berbagai perangkat untuk memastikan seluruh fitur berfungsi dengan baik. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan. Aplikasi kemudian diunggah ke platform hosting seperti Netlify atau GitHub Pages, memudahkan akses melalui browser tanpa aplikasi tambahan [17]

4. Testing (Pengetesan)

Pengujian dilakukan untuk memastikan website AR berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan visualisasi peninggalan sejarah dari Museum Buleleng. Pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Uji Ahli Isi

Instrumen yang diterapkan untuk mengukur kelayakan oleh ahli isi berbentuk kuesioner yang menilai kelayakan berbasis *web-based augmented reality* (AR) yang berjudul "Pengembangan Media Pengenalan Sejarah Museum Buleleng Berbasis web-based augmented reality". Penilaian difokuskan pada kualitas informasi dari segi aspek sejarah, budaya, dan edukasi yang disajikan dalam website. Pada tahapan ini, dilakukan uji oleh dua ahli isi yang merupakan seorang yang ahli dibidang Peninggalan Sejarah [18]

Tabel. 1
Indikator Penilaian Ahli Isi

No.	Indikator Penilaian	No. Soal	Jumlah Soal
1	Ketepatan informasi dalam website AR tentang Pengenalan Sejarah Museum Buleleng.	1-3	3
2	Konsistensi dengan data sejarah dan budaya tentang Peninggalan Museum Buleleng.	4-6	3
3	Kesesuaian model 3D dengan artefak bersejarah yang ada di Museum Buleleng.	7-9	3
4	Pengaturan tampilan dan visualisasi latar belakang tentang Peninggalan Sejarah Museum Buleleng.	10-12	3
5	Konsistensi alur informasi dengan tujuan edukasi dan desain website AR.	13-15	3

2. Uji Ahli Media

Ahli media bertanggung jawab mengevaluasi kualitas web-based augmented reality (AR). Instrumen kuesioner yang diterapkan pada ahli

media menjadi landasan untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan pada website AR "Pengembangan Media Pengenalan Sejarah Museum Buleleng Berbasis Augmented Reality" [19]

Peneliti melibatkan dua ahli media dari dosen Program Studi Pendidikan Teknik Informatika untuk menguji pengembangan website AR. Aspek-aspek yang dinilai oleh ahli media meliputi tujuan, visual, audio, interaktivitas, manfaat, dan desain interface. Instrumen Uji Ahli Media ini disertakan pada lampiran proposal. Adapun kisi-kisi instrumen untuk ahli media ditampilkan pada tabel berikut:

- Para pakar yang dipercaya untuk melakukan penilaian instrumen per-butir dengan menggunakan ketentuan skala, sebagai contoh skala yang digunakan adalah skala 1-2-3-4.
- Dilakukan pengelompokan skala menjadi 2 bagian, misalkan untuk skala 1-2 dikelompokkan menjadi kurang relevan, sedangkan untuk skala 3-4 dikelompokkan menjadi sangat relevan.
- Hasil penilaian dari pakar ditabulasi kedalam bentuk matriks.
- Dibuat tabulasi silang untuk 2 penilai sebagai berikut.
- Dilakukan perhitungan validitas isi dengan menggunakan rumus:

1. Validitas Isi

Dilakukan Perhitungan validasi isi dengan menggunakan rumus (Gregory, 2015) sebagai berikut :

$$Validitas\ isi = \frac{D}{A + B + C + D} =$$

Keterangan :

A = jumlah butir dengan penilaian kurang relevan oleh kedua penilai

B = jumlah butir dengan penilaian kurang relevan oleh penilai 2 dan sangat relevan oleh penilai 1

C = jumlah butir dengan penilaian kurang relevan oleh penilai 1 dan sangat relevan oleh penilai 2

D = jumlah butir dengan penilaian sangat relevan oleh kedua penilai

2. Uji Respons Pengguna

Uji respons pengguna dirancang untuk mengevaluasi pengalaman pengguna terhadap aplikasi "Pengembangan Media Pengenalan Benda Sejarah Museum Buleleng Berbasis Augmented Reality." Metode yang digunakan adalah User Experience Questionnaire (UEQ), yang melibatkan pengumpulan data dari responden untuk menilai enam aspek utama yaitu Attractiveness (Daya Tarik), Perspicuity (Kemudahan Pemahaman), Efficiency (Efisiensi), Dependability (Keandalan), Stimulation (Stimulasi), Novelty (Kebaruan). Pada tahap penyebaran kuesioner, kuesioner yang telah

dirancang dalam format Google Form akan disebarkan kepada calon responden yang telah ditentukan sebelumnya. Penyebaran kuesioner dilakukan melalui media sosial seperti WhatsApp. Berikut penjelasan mengenai enam aspek yang digunakan dalam UEQ: [9]

1. Daya tarik: Kesan keseluruhan dari produk. Apakah pengguna menyukai atau tidak menyukai produk?
2. Efisiensi: Dapatkah pengguna menyelesaikan tugas mereka tanpa usaha yang tidak perlu?
3. Kejelasan: Apakah mudah untuk membiasakan diri dengan produk? Apakah mudah untuk mempelajari cara menggunakan produk?
4. Ketepatan: Apakah pengguna merasa memegang kendali atas interaksi?
5. Stimulasi: Apakah produk ini menarik dan memotivasi untuk digunakan?
6. Kebaruan: Apakah produk ini inovatif dan kreatif? Apakah produk ini menarik minat pengguna?
7. Kemudian dalam UEQ memiliki 26 butir pertanyaan dengan 7 pilihan jawaban berupa skala yang dimulai dari 1 sampai 7. Keenam aspek UEQ diatas diimplementasikan secara acak menjadi 26 butir pertanyaan-pertanyaan sesuai pada gambar berikut ini.

Saat ini silakan evaluasi produk dengan memilih satu lingkaran tiap baris item.

	1	2	3	4	5	6	7		
menyusahkan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menyenangkan	1
tak dapat dipahami	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	dapat dipahami	2
kreatif	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	monoton	3
mudah dipelajari	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sulit dipelajari	4
bermanfaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	kurang bermanfaat	5
membosankan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	mengasyikkan	6
tidak menarik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menarik	7
tak dapat diprediksi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	dapat diprediksi	8
cepat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	lambat	9
berdaya cipta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	konvensional	10
menghalangi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	mendukung	11
baik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	buruk	12
rumit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sederhana	13
tidak disukai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menggembirakan	14
lazim	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	terdepan	15
tidak nyaman	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	nyaman	16
aman	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak aman	17
memotivasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak memotivasi	18
memenuhi ekspektasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak memenuhi ekspektasi	19
tidak efisien	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	efisien	20
jelus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	membingungkan	21
tidak praktis	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	praktis	22
terorganisasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	berantakan	23
atraktif	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak atraktif	24
ramah pengguna	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak ramah pengguna	25
konservatif	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	inovatif	26

Gambar 3
Kuisiener UEQ Bahasa Indonesia

(Sumber: <https://www.ueq-online.org/>)

Dalam uji pengalaman pengguna dengan UEQ, data diperoleh dari penyebaran kuesioner UEQ ke 30 responden dengan kriteria kewilayahan yang sudah ditentukan dan telah menggunakan website AR. Setelah kuesioner selesai disebarkan dan data

terkumpul, kemudian data tersebut akan diolah menggunakan alat dari UEQ yaitu UEQ data analysis tool yang dapat diunduh dari website resmi UEQ. Hasil UEQ ini akan mendeskripsikan terkait kualitas pengalaman pengguna dari hasil produk website AR.

Berikut adalah tahapan pengolahan data menggunakan UEQ data analysis tool dalam melakukan uji pengalaman pengguna yang terdiri atas konversi data, pemerolehan hasil utama, dan set data benchmark.

1. Konversi Data

Pada tahap ini dilakukan konversi data dengan memasukkan hasil kuesioner respons pengguna ke dalam sheet "data" yang ada di UEQ data analysis tool. Tools UEQ akan melakukan proses perubahan data yaitu urutan nilai diacak dalam kuesioner untuk menimbulkan kecenderungan jawaban. Responden sebelumnya menilai setiap item dengan 7 skala dari 1 sampai 7 kemudian dikonversi menjadi skala dari -3 (setuju sepenuhnya dengan istilah negatif) hingga +3 (setuju sepenuhnya dengan istilah positif). Selanjutnya, data yang sudah dikonversi tersebut menghasilkan nilai rata-rata perorang dengan masing-masing pengelompokan berdasarkan aspek penilaian yang sudah ditentukan dalam metode UEQ ini.

Nilai rata-rata tersebut diperoleh dari persamaan berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$$

2. Pemerolehan Hasil Utama

Pada tahap ini diperoleh hasil utama yang disebut dengan result. Hasil utama ini akan digunakan pada tahap perhitungan set data benchmark berikutnya. Perhitungan aspek keseluruhan dan asumsi diperoleh dari nilai mean (rata-rata) dan varian dari proses konversi sebelumnya. Dalam penentuan hasil rata-rata per aspek berdempadan pada rentang nilai yaitu nilai dari -0,8 sampai 0,8 adalah netral, nilai di bawah -0,8 adalah negatif, dan nilai di atas 0,8 adalah positif sebagai standar penentuan penilaian. Adapun persamaan yang digunakan untuk melakukan perhitungan dari mean result ini adalah sebagai berikut:

$$SP = \frac{\sum SN(Aspek)}{\sum Item}$$

Keterangan:

SN : Rata-Rata Aspek Per Responden

$\sum SN(Aspek)$: Total Nilai Item Per Aspek Tiap Responden

$\sum Item$: Jumlah Item Per Aspek

3. Set Data Benchmark

Pada tahap ini digunakan untuk menggambarkan kualitas produk dari penelitian pengembangan aplikasi AR sebagai Pengenalan Benda Sejarah Museum Buleleng. Hasil dari analisis pada tahap hasil utama dipakai pada tahap ini untuk mendapatkan nilai perbandingan. UEQ menggunakan standar benchmark untuk melakukan perbandingan kualitas produk tiap aspeknya. Data Analysis Tools pada UEQ memiliki batasan kategori untuk masing-masing aspek penilaian sesuai Tabel:

Tabel 2

Setdata Benchmark

Adapun interpretasi setiap kategori yaitu sebagai berikut:

1. Excellent (E): termasuk dalam kisaran 10% produk terbaik.
2. Good (G): 10% produk pada dataset memiliki hasil yang lebih baik, sedangkan 75% lainnya lebih buruk.
3. Above Average (AV): 25% produk pada dataset memiliki hasil yang lebih baik, sedangkan 50% lainnya lebih buruk.
4. Below Average (BA): 50% produk pada dataset memiliki hasil yang lebih baik, sedangkan 25% lainnya lebih buruk.
5. Bad (B): termasuk dalam kisaran 25% produk yang memiliki hasil buruk.

Distribution (Distribusi)

Distribusi adalah tahap akhir dari metode MDLC dalam pengembangan media pengenalan sejarah Museum Buleleng berbasis Web-Based Augmented Reality (WebAR), distribusi merupakan tahap akhir dari metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). (Luther, A. (2014) Pada tahap ini, media yang telah selesai diproduksi dan diuji akan disebarluaskan kepada masyarakat luas agar dapat dimanfaatkan secara maksimal. Distribusi dilakukan melalui platform digital berbasis web, sehingga pengguna tidak perlu mengunduh aplikasi dari toko aplikasi seperti Google Play Store. Aplikasi WebAR yang dikembangkan akan diunggah ke layanan hosting seperti Netlify, Vercel, atau GitHub Pages. Pengguna cukup mengakses aplikasi melalui browser yang tersedia di perangkat mereka, baik smartphone maupun komputer. Untuk mempermudah akses, tautan aplikasi akan dikonversi menjadi QR Code yang dapat dipindai. QR Code ini nantinya akan disebarluaskan melalui media sosial, pamflet, atau dipasang secara langsung di Museum Buleleng. Selain itu.

Menurut (Sutopo, H., & Christanto, Y. (2005). distribusi melalui platform web memberikan banyak keuntungan, seperti kemudahan akses, kompatibilitas lintas perangkat, serta efisiensi biaya dan waktu. Hal ini memungkinkan media edukasi sejarah Museum Buleleng menjangkau audiens yang lebih luas, sekaligus memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik. Distribusi ini diharapkan dapat meningkatkan minat dan

pemahaman masyarakat terhadap warisan sejarah Museum Buleleng.

Penelitian ini mengembangkan media pengenalan benda sejarah Museum Buleleng berbasis web-based *Augmented Reality* (AR) menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Produk yang dihasilkan adalah website MuBuAR, dirancang untuk meningkatkan pengalaman pengunjung dalam memahami sejarah melalui visualisasi interaktif. Proses pengembangan meliputi enam tahap: *Concept*, *Design*, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*.

No	Aspek	Kategori				
		E	G	AV	BA	B
1.	Daya Tarik	> 1.75	> 1.52	> 1.17	> 0.7	> 0.7
2.	Kejelasan	> 1.9	> 1.56	> 1.08	> 0.64	> 0.64
3.	Efisiensi	> 1.78	> 1.47	> 0.98	> 0.54	> 0.54
4.	Ketepatan	> 1.65	> 1.48	> 1.14	> 0.78	> 0.78
5.	Stimulasi	> 1.55	> 1.31	> 0.99	> 0.5	> 0.5
6.	Kebaruan	> 1.4	> 1.05	> 0.71	> 0.3	> 0.3

Berikut adalah ringkasan setiap tahap beserta hasil pengujian:

1. Tahap Concept (Pengkonsepan)

- a) Analisis Permasalahan: Museum Buleleng menghadapi kendala penyampaian informasi yang kurang interaktif, terutama bagi generasi muda, karena masih menggunakan metode konvensional seperti papan keterangan dan pemandu. Pengunjung menurun, dan media digital belum dimanfaatkan secara optimal.
- b) Konsep Produk: Website MuBuAR menggunakan teknologi AR untuk menampilkan objek 3D, informasi teks, dan audio tentang benda sejarah, bertujuan meningkatkan minat dan pemahaman pengunjung.

2. Tahap Design (Perancangan)

Hasil: Dibuat use case diagram, activity diagram, dan desain antarmuka high-fidelity menggunakan Figma. Use case diagram menggambarkan fungsi seperti halaman utama, informasi pengembangan, panduan, kamera AR, dan pilihan bahasa.

Tabel 3 Hasil High Fidelity Design MuBuAR

Nama Halaman	Keterangan
Halaman Utama	Menampilkan latar museum dan tombol navigasi.
Halaman Pengembang	Informasi identitas pengembang dan tombol kembali.

Halaman Panduan	Penjelasan penggunaan dengan tombol kembali.
Halaman Kamera AR	Menampilkan marker dan visual 3D.
Halaman Marker Terdeteksi	Visualisasi objek 3D dengan audio dan teks.
Halaman Buku AR	Penjelasan detail benda sejarah.
Halaman Pilih Bahasa	Pilihan bahasa Indonesia, Inggris, dan Bali.



Gambar 5

Tabel 5 Aknografis

Gambar Aknografis	Benda	Keterangan
		GAMBAR 1 Fungsinya: Sebagai tempat menaruh genteng dan buku pada zaman dulu, dan masih digunakan sampai sekarang. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Kab. Buleleng.
		GAMBAR 2 Fungsinya: Sebagai tempat air minum dan bisa juga digunakan untuk tempat tuak jika pada zaman dulu dan sampai sekarang masih digunakan di desa pedalaman. Diserahkan pada tahun 2000, dari: Desa Pedawa, Kec. Banjar, Kab. Buleleng.
		GAMBAR 3 Fungsinya: Untuk dudukan Sang Raja pada zaman dulu untuk joli. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Desa Bungkuan, Kec. Kubutambahan, Kab. Buleleng.
		GAMBAR 4 Fungsinya: Alat pemujaan untuk mohon pengobatan bayi sakit seperti boreh. Masih digunakan sampai sekarang. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Desa Tigawasa, Kec. Banjar, Kab.

3. Tahap Material Collecting (Pengumpulan Bahan)

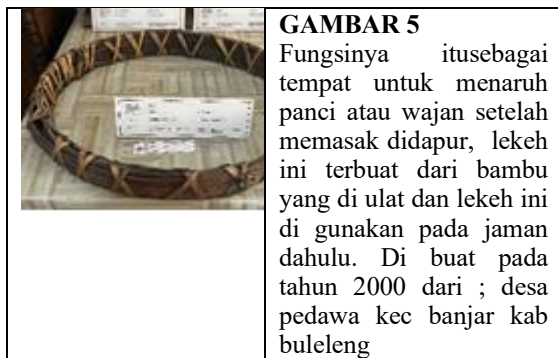
Hasil:

Mengumpulkan informasi museum, dokumentasi benda sejarah, objek 3D (dibuat dengan Blender), audio penjelasan (.mp3), backsound dari YouTube, dan marker AR (.png).

Tabel 4 Benda Sejarah Museum Buleleng

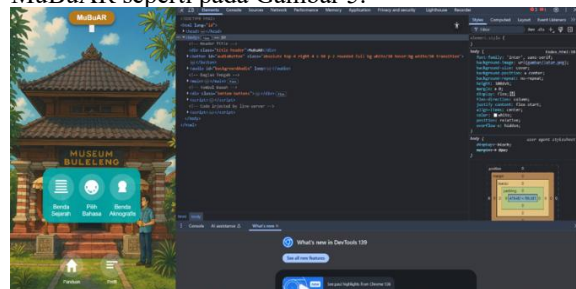
No	Nama Peninggalan	Keterangan
1	Kapak Penimbas	Alat pemotong dari batu basal, Desa Sembiran.
2	Stupika	Replika stupa tanah liat, sarana pemujaan, Kalibukbuk.
3	Sarkopagus	Peti mati batu, usia 1000 tahun, Alas Angker.
4	Beliung Persegi	Alat bercocok tanam, Sukasada.
5	Wadah Kapur Sirih	Wadah logam untuk kapur sirih, Tejakula.
6	Gandek Kecil	Tempat genteng/buku, Buleleng.
7	Labu	Tempat air/tuak, Pedawa.
8	Petaka Bale Prabu Agung	Dudukan raja, Bungkuan.
9	Tempat Sirih	Alat pemujaan, Tigawasa.
10	Lekeh	Tempat panci dari bambu, Pedawa.

Website MuBuAR berhasil mengatasi masalah kurangnya media interaktif di Museum Buleleng dengan menyediakan visualisasi 3D, teks, dan audio yang informatif. Teknologi AR meningkatkan keterlibatan pengguna, terutama generasi muda, dalam memahami sejarah. Hasil pengujian menunjukkan produk sangat valid (koefisien 1,0) dan mendapat respons positif (kategori "Excellent" pada semua aspek UEQ). Website ini efektif sebagai media edukasi dan pelestarian sejarah lokal, dapat diakses kapan saja, dan mendukung pelestarian budaya melalui teknologi digital.



Hasil Pembuatan Pengembangan Website Hosting

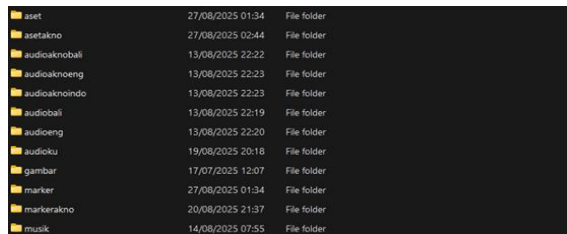
Pada tahap Assembly ini dilakukan pembuatan website MuBuAR menggunakan visual studio code. Pengembangan website didasarkan atas rancangan alur dan tampilan antarmuka yang sudah diselesaikan pada tahap Material Collecting sebelumnya. visual studio code, dibuat terlebih dahulu terkait scene atau halaman-halaman fitur yang ada pada website MuBuAR seperti pada Gambar 5.



Gambar 6

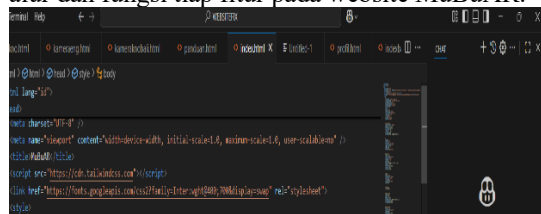
Halaman utama MuBuAR menampilkan desain visual khas Bali dengan ilustrasi gerbang museum. Dilengkapi tombol navigasi seperti Benda Sejarah, Pilih Bahasa, dan Benda Arongatis, serta menu Panduan dan Profil.

Di sisi kanan, ditampilkan kode HTML dan struktur halaman menggunakan div container dan CSS, dengan **DevTools** untuk uji tampilan dan modifikasi langsung.



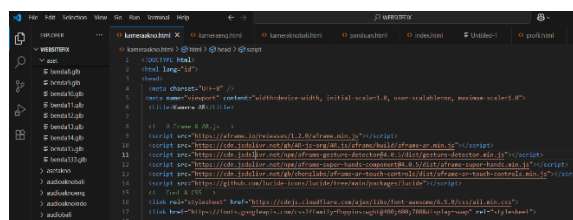
Gambar 7

Setelah itu, dilakukan penginputan elemen-elemen antarmuka seperti background, tombol navigasi, teks, logo, dan termasuk audio penjelasan benda sejarah maupun backsound. Setelah berhasil diinput, semua elemen tersebut ditambahkan ke masing-masing scene halaman fitur sesuai dengan alur dan fungsi tiap fitur pada website MuBuAR.



Gambar 8

Proses penghubungan antar halaman website MuBuAR dilakukan dengan scripting menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript di Visual Studio Code. Scripting ini memastikan halaman terhubung, fitur berfungsi, tombol bekerja, dan interaktivitas sesuai input pengguna.

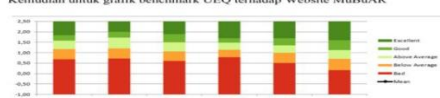


Gambar 9

Hasil Benchmark UEQ terhadap Website MuBuAR

Scale	Mean	Comparison to benchmark	Interpretation
Daya tarik	2,85	Excellent	In the range of the 10% best results
Kejelasan	2,89	Excellent	In the range of the 10% best results
Efisiensi	2,78	Excellent	In the range of the 10% best results
Ketepatan	2,84	Excellent	In the range of the 10% best results
Stimulasi	2,87	Excellent	In the range of the 10% best results
Kebaruan	2,83	Excellent	In the range of the 10% best results

Kemudian untuk grafik benchmark UEQ terhadap Website MuBuAR



Gambar 10

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan media pengenalan benda sejarah berbasis Augmented Reality (AR) di Museum Buleleng menggunakan teknologi *web-based augmented reality* telah berhasil dilaksanakan dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) serta model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo. Proses pengembangan media ini dimulai dengan tahap konsepsi yang menghasilkan konsep dasar produk berdasarkan analisis masalah yang ada. Tahap perancangan menghasilkan desain sistem yang mencakup use case diagram, activity diagram, dan wireframe untuk website MuBuAR, yang menunjukkan gambaran struktur dan alur interaksi pengguna dengan website.

Tahap pengumpulan bahan melibatkan pengumpulan informasi dan dokumentasi terkait artefak, serta perekaman audio yang menjelaskan sejarah objek tersebut. Pada tahap pembuatan, dilakukan integrasi marker, pengembangan objek benda sejarah dalam bentuk tiga dimensi, dan pengembangan website MuBuAR. Setelah itu, dilakukan pengujian fungsionalitas (blackbox testing), validitas isi oleh ahli sejarah, serta validitas media oleh ahli desain, yang menunjukkan hasil "Sangat Valid". Hasil pengujian ini mengkonfirmasi bahwa seluruh fitur berjalan sesuai dengan harapan. Website MuBuAR juga diuji melalui *User Experience Questionnaire* (UEQ) untuk mengukur pengalaman pengguna, dan hasilnya menunjukkan penilaian "Excellent" pada semua aspek yang diuji, dengan aspek *Attractiveness* (Daya tarik) memperoleh nilai tertinggi. Ini menunjukkan bahwa website tidak hanya memenuhi standar validitas konten dan desain, tetapi juga unggul dalam memberikan pengalaman pengguna yang interaktif, menarik, dan mudah digunakan. Hasil ini memperlihatkan bahwa media pengenalan sejarah ini efektif dalam menarik minat pengunjung dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap sejarah yang dipamerkan di Museum Buleleng.

Dengan demikian, pengembangan *WebAR* di Museum Buleleng tidak hanya berperan dalam memperkenalkan sejarah kepada pengunjung dengan cara yang lebih menarik dan interaktif, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam pelestarian dan penyebaran budaya lokal melalui teknologi digital yang inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kerk, E. N. Tempel, O. P. Bali, And D. A. N. Peningkatan, "Revitalisasi 'Kerk En Tempel Op Bali' Dan Peningkatan Kompetensi Pemandu Museum Buleleng

- Melalui Kolaborasi Windesheim University Of Applied Science,” Vol. 10, No. 1, 2025.
- [2] I. G. P. Nugraha, “Strategi Pemasaran Museum Buleleng Dalam Upaya Meningkatkan Jumlah Kunjungan Wisatawan,” Vol. 2, No. 2, Pp. 1–8, 2020.
 - [3] V. T. Menggunakan, M. Mdle, I. W. A. Arditaloka, I. G. A. Gunadi, And G. Indrawan, “Jurnal Processor Analisis Penerimaan Sistem Digitalisasi Museum Bali Berbasis,” Vol. 20, No. 1, Pp. 30–43, 2025.
 - [4] P. Sastra, D. I. Pantai, And D. Kaliase, “Museum Pandji Tisna Sebagai Destinasi,” No. Pedalitra Ii, Pp. 171–182, 2022.
 - [5] M. Pembelajaran And P. Pengunjung, “Jurnal Praba Vidya Issn : 2829-1964 Volume 5 Nomor 2 Peran Museum Soenda Ketjil Sebagai Media Komunikasi Pembelajaran (Studi Tentang Pengalaman Pengunjung Dalam Meningkatkan Pemahaman Sejarah Lokal),” Vol. 5, Pp. 30–36, 1964.
 - [6] F. Candra *Et Al.*, “Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Benda Bersejarah Museum Sang Nila Utama Kota Pekanbaru,” Pp. 410–418, 2019.
 - [7] D. Susandi, “Rancang Bangun Aplikasi Mobile Learning Pengenalan Benda Bersejarah Pada Museum Berbasis Augmented Reality,” Vol. 4, No. 1, Pp. 267–277, 2024.
 - [8] A. Krisdayanthi, I. G. Ketut, And I. Pranatha, “Pengelolaan Museum Rudana Sebagai Daya Tarik Wisata Berbasis Kearifan Lokal Di Desa Peliatan Kecamatan Ubud Kabupaten Gianyar,” Vol. 6, Pp. 345–357, 2023.
 - [9] A. P. Maheswara, “Konsep Desain Ruang Publik Pada Redesain Museum Lontar Gedung Kirtya Di Bali Dengan Pendekatan Activity-Based Desig N,” Vol. 12, No. 2, Pp. 479–493, 2025.
 - [10] N. Luh, Y. Wirayanthi, And I. Ayu, “Persepsi Wisatawan Terhadap Museum Bali Sebagai Daya Tarik Wisata Budaya,” Vol. 5, No. 1, Pp. 114–118, 2017.
 - [11] I. P. G. Parma, A. A. N. Yudha, M. Mahardika, I. K. Armawan, P. Yurika, And S. Novia, “The Strategy Of Developing Historical Tourism In The City Of Singaraja Based On Chse During The Covid-19 Pandemic,” Vol. 197, No. Teams, Pp. 34–42, 2021.
 - [12] S. Informasi, U. P. Ganesha, B. Tegal, And K. Buleleng, “Perancangan Aplikasi Pengenalan Tata Surya,” Vol. 13, No. 2, 2025.
 - [13] D. I. K. Buleleng, “Eksistensi Puri Agung Singaraja Sebagai Daya Tarik Wisata Sejarah Di Kabupaten Buleleng,” No. 1, Pp. 66–78.
 - [14] W. Dana, R. Sistem, P. Roh, L. Masyarakat, And W. Dana, “Widya Dana,” Vol. 3, No. 1, Pp. 18–25, 2025.
 - [15] T. Informasi And U. Udayana, “Multimedia Interaktif Pengenalan Museum,” Vol. 3, No. 2, 2022.
 - [16] A. Fitriani, R. W. Dari, I. Siregar, And B. Purnomo, “Jejak Historis Dan Peran Indonesia Dalam Jalur Rempah Sebagai Warisan Budaya Bahari,” *J. Pendidik. Sej. Sej. Fkip Univ. Jambi*, Vol. 2, No. 2, Pp. 2829–5137, 2023, Doi: 10.22437/Krinok.V2i2.18495.
 - [17] G. B. Prasetia *Et Al.*, “Strategi Penerapan Program Sapta Pesona,” Pp. 54–65, 2011.
 - [18] N. W. Mekarini, P. Guntur, And P. Putra, “Narasi Sebagai Daya Tarik Museum Samsara Living,” Vol. 2, No. 2, Pp. 118–126, 2022.
 - [19] D. I. D. P. Buleleng-Bali, “Strategi Pengembangan Kawasan Strategis Warisan Budaya Di Daerah Pesisir Buleleng-Bali Studi Kasus: Kawasan Eks Pelabuhan Buleleng,” Vol. 5, No. 2, Pp. 70–80, 2020.