

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENELITIAN

Hasil akhir yang diperoleh dari proses penelitian dan pengembangan (R & D) menggunakan model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) adalah sebuah *web-based augmented reality* (AR) sebagai media pengenalan benda sejarah museum buleleng. Produk berbasis *web-based augmented reality* (AR) dikembangkan melalui tahapan-tahapan MDLC yang terdiri dari tahap *Concept* (Pengkonsepan), *Design* (Perancangan), *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan), *Assembly* (Pembuatan), *Testing* (Pengujian), dan *Distribution* (Distribusi). Selain menghasilkan produk, dalam penelitian ini juga dilakukan uji *Blackbox* untuk mengetahui kesesuaian fungsionalitas produk, uji validitas ahli yang terdiri dari uji ahli isi dan uji ahli media untuk mengetahui kevalidan produk, serta uji respons pengguna terhadap produk *web-based augmented reality* (AR) sejarah ini, dengan metode UEQ. Proses yang dilaksanakan pada setiap tahapan pengembangan dan hasil pengujian yang dilakukan peneliti dapat dijelaskan sebagai berikut.

4.1.1 Hasil Tahap Concept (Pengkonsepan)

Pada tahap pengembangan konsep, telah dilakukan serangkaian kegiatan analisis yang bertujuan untuk menggali serta memahami secara menyeluruh berbagai permasalahan dan kebutuhan pengguna. Kegiatan analisis ini menjadi landasan utama dalam menentukan arah pengembangan konsep produk agar tepat sasaran dan selaras dengan harapan pengguna. Berdasarkan hasil identifikasi

tersebut, konsep dasar produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dengan memperhatikan aspek-aspek seperti fungsi, efisiensi, kesesuaian dengan kebutuhan pengguna, serta potensi solusi yang dapat diberikan. Tahapan analisis dan pematangan konsep ini merupakan langkah awal yang sangat penting guna memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar relevan, bermanfaat, dan mampu menjawab isu-isu utama yang telah ditemukan sebelumnya. Berikut ini adalah uraian proses analisis permasalahan beserta hasil dari pengembangan dan penyempurnaan konsep produk.

4.1.1.1 Hasil Analisis Permasalahan

Berdasarkan wawancara dengan Bapak I Made Parwija beliau menuturkan bahwa museum buleleng ini berdiri sejak 30 Maret 2002, museum masih keadaan baik dan terawat namun pengunjung tidak begitu ramai, keseharian di museum buleleng bapak I Made Parwija masih menggunakan cara konvensional untuk menjelaskan pengenalan sejarah berbagai macam jenis peninggalan seperti patung, senjata, tojok, dan lain-lain. Dari data yang didapat, menunjukkan antusiasme masyarakat yang berkunjung di museum Buleleng di beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan dan penurunan. Museum buleleng terletak di Jl. Veteran No.23, Paket Agung, Kec. Buleleng, Kabupaten Buleleng, Bali 81118.

Oleh karena itu, penting untuk melestarikan dan memperkenalkan lebih moderen untuk menampilkan benda museum buleleng ini. Hal ini penting untuk memastikan bahwa benda sejarah ini masih tetap utuh dan tidak hilang dan terlupakan. Berdasarkan wawancara, penyebaran angket, dan dukungan sumber-sumber tertulis, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hasil analisis

permasalahan pada penelitian dengan judul *Pengembangan Media Pengenalan Benda Sejarah Museum Buleleng Berbasis Web-Based Augmented Reality* menunjukkan bahwa Museum Buleleng masih menghadapi beberapa kendala dalam penyampaian informasi kepada pengunjung. Selama ini informasi mengenai koleksi benda bersejarah di museum sebagian besar hanya disampaikan melalui papan keterangan atau penjelasan langsung dari pemandu, sehingga kurang interaktif dan terbatas jangkauannya. Hal ini menyebabkan pengunjung, terutama generasi muda, kurang tertarik untuk mengeksplorasi lebih jauh nilai sejarah yang terkandung pada koleksi museum. Selain itu, keterbatasan media pembelajaran berbasis teknologi digital menjadikan museum belum mampu mengikuti perkembangan era teknologi informasi yang semakin pesat. Analisis juga menemukan bahwa pengunjung membutuhkan cara baru yang lebih menarik, praktis, dan mudah diakses untuk mengenal benda bersejarah secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi berupa media digital yang inovatif dengan memanfaatkan teknologi *Web-Based Augmented Reality*. Media ini diharapkan mampu menghadirkan pengalaman baru bagi pengunjung dengan menyajikan informasi koleksi secara visual, interaktif, dan mendetail melalui perangkat gawai, sehingga dapat meningkatkan minat, pemahaman, serta keterlibatan masyarakat dalam melestarikan nilai sejarah dan budaya yang ada di Museum Buleleng.

4.1.1.2 Penjabaran Detail Konsep Produk

Berdasarkan hasil analisis permasalahan yang telah diperoleh, maka dapat dijabarkan pada Tabel 4.1 terkait dengan konsep dasar produk yang menjadi pedoman dalam proses pengembangan produk hingga akhir.

Tabel 4.1
Hasil Pengkonsepan Produk AR

No.	Komponen	Hasil Pengkonsepan	Keterangan
1	Judul	MuBuAR (Museum Buleleng Augmented Reality (AR))	Nama Websate ini dipilih agar mudah diingat dan memberikan gambaran pengguna secara sekilas terhadap produk websate. MuBuAR merupakan singkatan dari Museum Buleleng Augmented Reality (AR) yang mengenalkan Museum Buleleng.
2	Jenis Multimedia	<i>Augmented Reality (AR).</i>	AR digunakan untuk mengimplementasikan solusi berupa media pengenalan sejarah benda-benda sejarah museum buleleng memerlukan teknologi untuk menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata secara <i>realtime</i> , memfasilitasi pengguna untuk berinteraksi maksimal dengan objek digital, dan menciptakan pengalaman memahami sejarah secara interaktif dan informatif.
3	Pengguna	Pengunjung masyarakat atau yang berkunjung di musuem buleleng.	Sasaran ini dipilih sesuai dengan hasil penyebaran angket analisis permasalahan yang menunjukkan bahwa masyarakat dan pengunjung yang bertujuan dalam memperkenalkan benda sejarah.

4	Tujuan	Menciptakan websate berbasisd <i>Augmented Reality</i> (AR) sebagai media pengenalan benda – benda sejarah museum buleleng.	Websate berbasisd <i>Augmented Reality</i> (AR) ini diciptakan sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan terkait minimnya pengunjung tentang museum buleleng dan belum adanya media pengenalan yang menarik dan informatif.
5	Material	• Dokumentasi masing-masing benda (.jpg). • Objek virtual 3 dimensi masing-masing benda (.fbx/.obj). • Informasi dasar masing-masing benda sejarah. Audio (.mp3) untuk menjelaskan masing-masing monumen.	• Dokumentasi tiap Benda Sejarah diperlukan untuk pembuatan <i>marker</i> AR. • Objek virtual 3 dimensi digunakan untuk merepresentasikan objek yang sebenarnya pada perangkat pengguna. • Informasi untuk menjelaskan detail Benda Sejarah berbasis teks. Audio digunakan untuk menjelaskan tiap Benda Sejarah berbasis suara.
6	Luaran	Website MuBuAR	Websate berbasisd <i>Augmented Reality</i> (AR) dengan spesifikasi ini dipilih untuk memfasilitasi AR yang stabil, kendala terkait internet yang kurang maksimal, dan pengemasan konten sejarah yang tidak berubah-ubah.

4.1.2 Hasil Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap Perancangan (*Design*) dilakukan proses pembuatan *use case* diagram yang merepresentasikan keterhubungan antara seluruh fungsi maupun fitur dalam website dengan para pengguna. Selain itu, dibuat juga desain antarmuka aplikasi berupa *high fidelity design* (rancangan dengan tingkat ketelitian tinggi) yang dikembangkan dari desain awal. Tahapan perancangan ini memiliki tujuan

untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai isi serta jalannya produk. Adapun hasil dari rancangan *use case* diagram dan desain tampilan *website* dapat diuraikan sebagai berikut.

4.1.2.1 Hasil Perancangan Use Case Diagram website MuBuAR

Use case diagram dirancang untuk memberikan gambaran terkait hubungan antara *actor* (pengguna) dengan fungsi-fungsi yang ada, hubungan antar fungsi, dan hubungan secara keseluruhan dalam website MubuAR. Adapun hasil perancangan *use case diagram* sesuai Gambar 4.1 dengan penjelasan sebagai berikut.

- 1) Ketika menggunakan website MuBuAR, pengguna dapat mengakses halaman utama, fitur informasi pengembang, panduan penggunaan, kamera AR, pilih bahasa, mematikan *backsound*, menghidupkan *backsound*,
- 2) Pengguna setelah membuka website MuBuAR akan diarahkan terlebih dahulu ke halaman utama sebagai titik awal untuk mengakses fitur yang ada.
- 3) Mengakses informasi pengembang dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama. Setelah berada pada fitur ini, selanjutnya pengguna dapat memilih fitur untuk memilih yang akan diakses.
- 4) Mengakses panduan penggunaan dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama. Setelah berada pada fitur ini, selanjutnya pengguna dapat memilih fitur untuk kembali ke halaman utama.
- 5) Mengakses kamera AR dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama. Setelah berada pada fitur ini, selanjutnya pengguna dapat memilih fitur untuk mematikan audio, menghidupkan audio, mengakses

informasi benda sejarah, dan kembali ke halaman utama.

- 6) Mengakses pilih bahasa penggunaan dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama. Setelah berada pada fitur ini, selanjutnya pengguna dapat memilih fitur untuk memilih bahasa yang akan di pilih.
- 7) Mematikan *backsound* dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama.
- 8) Menghidupkan *backsound* dapat dilakukan jika pengguna telah berada pada halaman utama.



Gambar 4.1

Use Case Diagram websate MuBuAR

4.1.2.3 Hasil Perancangan Antarmuka websate MuBuAR

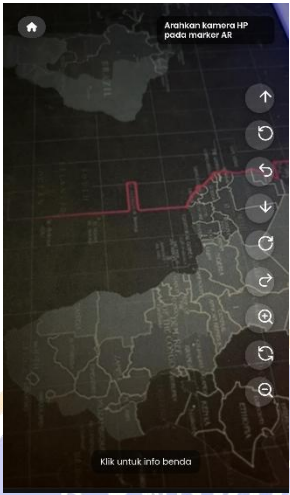
Antarmuka berbentuk *high fidelity design* dirancang untuk memberikan

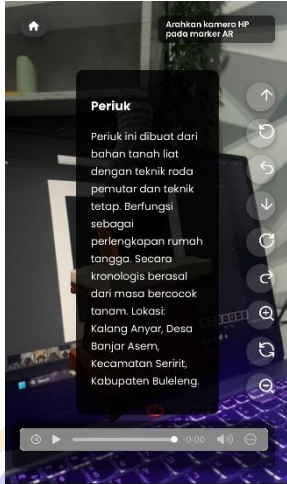
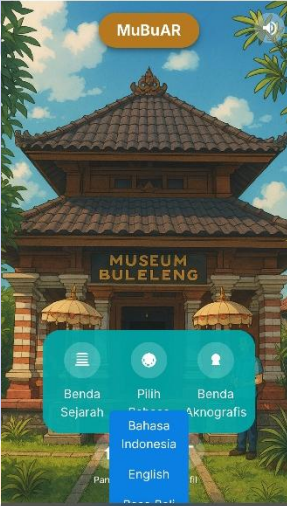
gambaran mengenai tampilan visual dengan presisi tinggi dari segi elemen, warna, dan visual lainnya yang lengkap serta detail pada Wabesate MuBuAR. Antarmuka MuBuAR berbentuk high fidelity design dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2
Hasil High Fidelity Design MuBuAR

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Halaman Utama		Pada Halaman Utama akan muncul pertama kali ketika Wabesate MuBuAR dibuka. Terdapat <i>background</i> Museum Buleleng dan fitur – fitur yang akan digunakan.

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Halaman tentang Pengembang		Setelah menekan ikon tentang Pengembang, akan menampilkan halaman tentang Pengembang yang berisi teks identitas pengembang, dan foto serta tombol berupa ikon kembali menuju Halaman Utama.
Halaman Panduan Penggunaan		Dengan menekan fitur Panduan Penggunaan pada Halaman Utama, maka akan menampilkan halaman Panduan Penggunaan yang berisi penjelasan, tombol berupa ikon kembali menuju Halaman Utama dan teks informasi serta gambar/ilustrasi pendukung.

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Halaman Kamera AR	 The screenshot shows a dark-themed map interface. At the top, there is a text prompt: "Arahkan kamera HP pada marker AR". On the right side, there is a vertical toolbar with several circular icons, including a home icon at the top. At the bottom, there is a text prompt: "Klik untuk info benda".	Dengan menekan fitur Kamera AR pada Halaman Utama, maka akan menampilkan halaman Kamera AR yang berisi tombol berupa ikon kembali menuju Halaman Utama, dan tangkapan visual dari kamera perangkat untuk melacak keberadaan <i>marker</i>.
Halaman <i>Marker</i> Terdeteksi	 The screenshot shows a 3D model of a bowl of food (possibly a salad or soup) placed on a table. The background is a real-world scene. At the top, there is a text prompt: "Marker AR untuk melihat objek 3D". On the right side, there is a vertical toolbar with several circular icons. At the bottom, there is a text prompt: "Klik untuk info objek". Below the text prompt, there is a video player interface with a progress bar and a play button. At the very bottom, there is a URL: "mubuar.ssid.web.id".	Ketika aplikasi berhasil mendeteksi <i>marker</i> dengan benar, maka muncul visualisasi objek 3 dimensi monumen yang menyatu dengan lingkungan nyata, tombol mematikan audio penjelasan, dan informasi tentang benda sejah.

Nama Halaman	Tampilan	Keterangan
Halaman Buku AR		Dengan menekan tombol klik info benda, akan muncul penjelasan dari benda sejarah museum buleleng.
Halaman Konfirmasi Keluar dari Aplikasi		Dengan menekan ikon pilih bahasa pada Halaman Utama, maka akan menampilkan tiga bahasa yang akan di pilih yaitu terdiri dari bahasa indonesia, bahasa inggris dan bahasa bali.

4.1.3 Hasil Tahap Material Collecting (Pengumpulan Bahan)

Pada tahap *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan), dilakukan proses pengumpulan aset maupun elemen-elemen yang diperlukan untuk mendukung pengembangan produk. Adapun elemen yang berhasil dikumpulkan dapat dijabarkan sebagai berikut.

4.1.3.1 Informasi Museum Buleleng

Museum Buleleng terletak di lingkungan Pura Seni Sasana Budaya Singaraja. Museum Buleleng didirikan pada tanggal 30 Maret 2002, di mana tersimpan koleksi-koleksi yang meliputi benda-benda peninggalan purbakala seperti sarkofagus, patung, senjata dan lainnya. Tersimpan pula benda-benda seni seperti lukisan, kain-kain, kerajinan emas dan perak serta berbagai benda-benda yang berkaitan dengan kehidupan masyarakat Bali Utara seperti alat pertanian dan nelayan. Pada Undang-Undang Cagar Budaya Indonesia no 11 tahun 2010, pada Bagian Kedua, pasal 26 tentang Pencarian disebutkan: Pemerintah berkewajiban Pencarian Pemerintah berkewajiban melakukan pencarian benda, bangunan, struktur, dan/atau lokasi yang diduga sebagai Cagar Budaya. Nomor 19 tahun 1995.

Museum adalah lembaga tempat penyimpanan, perawatan, pengamanan dan pemanfaatan benda-benda bukti material hasil budaya manusia serta alam dan lingkungan guna menunjang upaya perlindungan dan pelestarian kekayaan Budaya Bangsa. Pada tahun 1914-1925, Di kota Singaraja pernah berdiri sebuah bangunan yang sangat indah dengan arsitektur antik beratap ijuk berukir cat Perada Emas. Bangunan tersebut dikenal dengan nama Bale Mas. Bangunan Bale Mas terletak di dekat jalan raya (kini Jln. Veteran Singaraja), di Sebelah Timur Gedung Kertya sekarang (saat itu Gedung Kertya belum ada). Gedung ini sekarang menjadi salah satu Gedung pameran Museum Bali yg namanya Gedung Buleleng. Sekarang tempat memamerkan koleksi alat tukar terutama Uang Kepeng karena perekonomian Bali berawal di Buleleng, kontak dengan bangsa asing juga diawali dari Buleleng. Untuk mendukung penamaan Gedung Buleleng. ornamen Gedung yang bercirikan Buleleng seperti sendi yang berbentuk singa bersayap (Singa Ambara Raja) dengan segala gaya dan patung-patung juga ada. Museum Buleleng

digunakan para pelajar untuk melakukan penelitian atau pengamatan guna mendapatkan informasi tentang benda-benda bersejarah. Konsep yang di pilih dalam perancangan museum ini adalah konsep“Eklektik” dimana adanya perpaduan dari beberapa periode dalam sejarah kemaritiman Nusantara.



Gambar 4. 2
Tampilan depan Museum Buleleng
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.1.3.2 Dokumentasi Masing-Masing Benda Sejarah Museum Buleleng

Tabel 4.3
Benda Sejarah Museum Buleleng

No	Nama Peninggalan	Gambar Benda Sejarah	Keterangan
1	Kapak penimbas		Alat ini dibuat dari batu basal yang dibuat dengan teknik pemangkasan untuk menghasilkan Bidang Pukul. Kapak ini berfungsi sebagai alat pemotong. Secara kronologis berasal dari masa berburu tingkat sederhana. Lokasi : Desa Sembiran, Kec. Tejakula, Kabupaten Buleleng

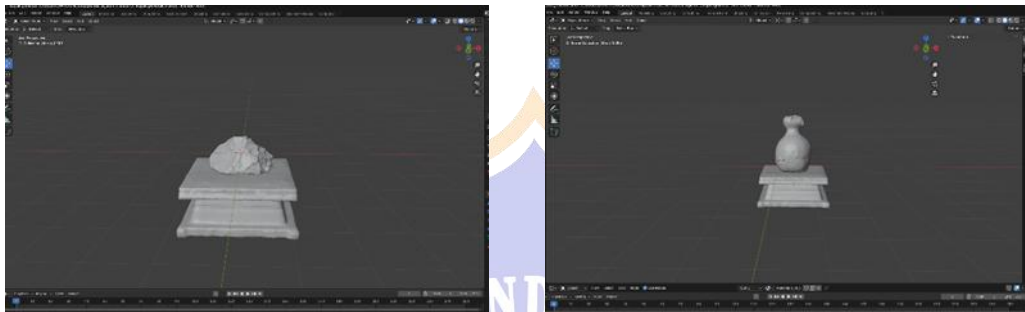
2	Stupika		Tanah Liat merupakan replika dari stupa. Pada bagian dalam stupika umumnya terdapat tablet tanah liat dan adakalanya berisi relief Budha. Dalam aktivitas Agama Budha, Stupika berfungsi sebagai sarana Pemujaan. Lokasi : Situs Kalibukbuk, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng.",
3	Sarkopagus		Sarkopagus (masa perundagian) Fungsinya : peti mati yang terbuat dari batu, yang digunakan untuk menyimpan jenazah, terutama pada masa prasejarah. Bentuknya biasanya seperti peti atau wadah dengan penutup, usia 1000 tahun masehi atau seribu abad, dari desa alas angker kecamatan buleleng kabupaten buleleng tahun penemuan : 2009.
4	Beliung persegi		Alat ini dibuat dari bahan batu andesit yang dibuat dengan teknik diumpun halus Fungsinya alat ini sebagai alat bercocok tanam secara kronologis berasal dari masa bercocok tanam Lokasi : Desa Sukasada, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng
5	Wadah kapur sirih		Mengunyah sirih merupakan kegemaran sebagian masyarakat dari semenjak lama. Dalam mengunyah sirih dilengkapi dengan kapur sirih. Sekatup wadah yang dibuat dari logam ini berfungsi sebagai wadah kapur sirih. lokas Situs Tejakula, Kecamatan Tejakula, Kabupaten Buleleng

No	Nama Peninggalan	Gambar Benda Aknografis	Keterangan
1	Gandek kecil		Fungsinya: Sebagai tempat menaruh gente dan buku pada zaman dulu, dan masih digunakan sampai sekarang. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Kab. Buleleng.
2	Labu		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.
3	Petaka Bale prabu Agung		Fungsinya: Untuk dudukan Sang Raja pada zaman dulu untuk joli. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Desa Bungkuhan, Kec. Kubutambahan, Kab. Buleleng.
4	Tempat sirih		Fungsinya: Alat pemujaan untuk mohon pengobatan bayi sakit seperti boreh. Masih digunakan sampai sekarang. Diserahkan pada tahun 2000 dari: Desa Tigawasa, Kec. Banjar, Kab. Buleleng.
5	Lekeh		Fungsinya itu sebagai tempat untuk menaruh panci atau wajan setelah memasak didapur, lekeh ini terbuat dari bambu yang di ulat dan lekeh ini di gunakan pada jaman dahulu. Di buat pada tahun 2000 dari ; desa pedawa kec banjar kab buleleng.

4.1.3.3 Benda Sejarah museum Buleleng

Objek 3 dimensi benda sejarah dengan melakukan proses pembuatan objek benda

sejarah 3 dimensi secara manual dengan memanfaatkan aplikasi Blender versi 3.6 LTS pada perangkat peneliti. Pembuatan objek benda 3 dimensi ini berpedoman pada dokumentasi masing-masing benda sejarah untuk menciptakan objek virtual 3 dimensi yang mirip dengan aslinya. seperti yang terlihat pada gambar berikut :

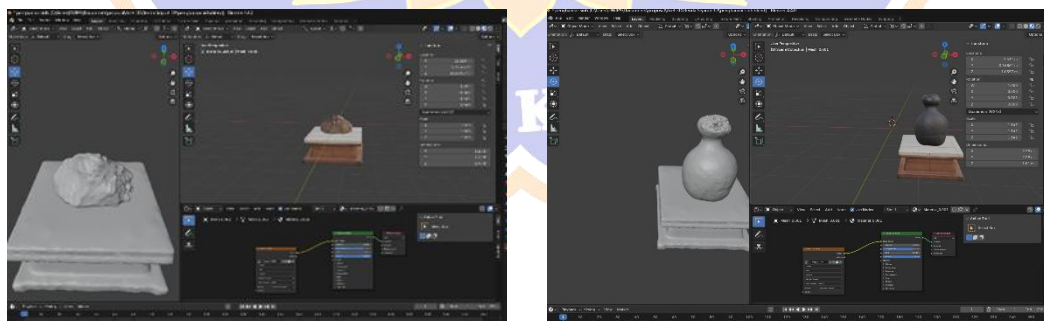


Gambar 4.3

Hasil Penyesuaian Bentuk Objek 3 Dimensi

(Sumber: Dokumen Peneliti)

Setelah bentuk dasar selesai dibuat, tahap berikutnya adalah pemberian warna dan penambahan tekstur agar objek tampak lebih nyata dan memiliki kesan tiga dimensi seperti terlihat pada gambar berikut :

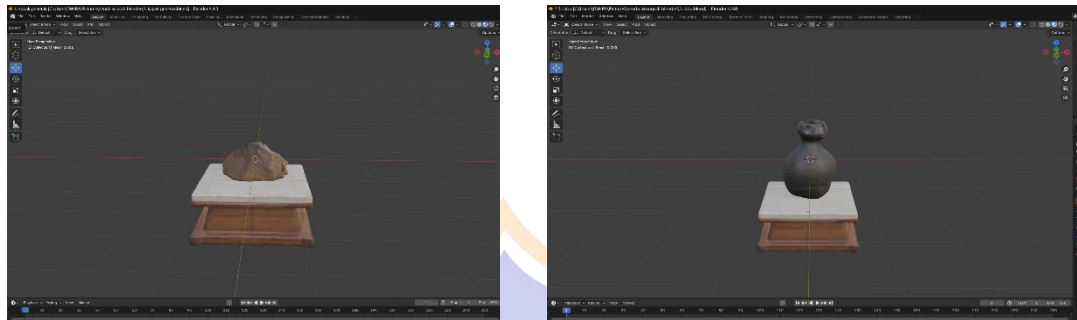


Gambar 4.4

Hasil Pewarnaan Objek

(Sumber: Dokumen Peneliti)

Berikut gambar hasil pembuatan objek benda sejarah 3 dimensi melalui aplikasi Blender untuk memenuhi kebutuhan tahap *Material Collecting* ini.



Gambar 4.5
Hasil Akhir Objek 3
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Setelah seluruh objek 3 dimensi berhasil dibuat, peneliti kemudian mengorganisir semua file tersebut ke dalam satu folder agar tersusun rapi dan mempermudah proses integrasi objek 3 dimensi pada tahap Assembly berikutnya. Kumpulan file .glb dari semua benda bersejarah 3 dimensi dapat dilihat pada Gambar 4.6. Format .glb dipilih supaya tekstur, warna, dan detail lain pada setiap objek sejarah tetap terjaga dengan baik meskipun diimpor ke software tertentu.

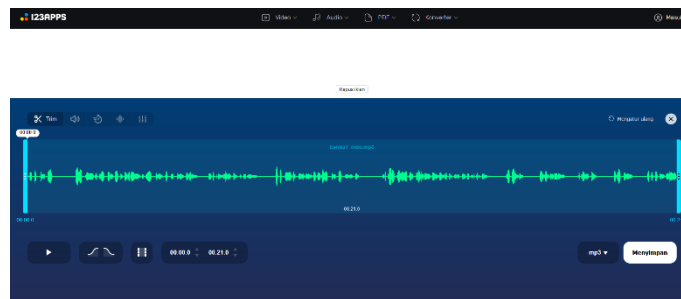
benda1.glb	19/08/2025 15:18	GLB File	6.949 KB
benda2.glb	16/06/2025 00:39	GLB File	5.509 KB
benda3.glb	27/08/2025 02:34	GLB File	8.263 KB

Gambar 4.6
Hasil Pengumpulan Objek benda sejarah 3 Dimensi
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.1.3.4 Audio

Audio yang digunakan dalam pengembangan website MuBuAR meliputi rekaman penjelasan sejarah untuk setiap benda. Proses perekaman

dilakukan secara daring dan juga menggunakan Ai, kemudian hasilnya diedit melalui web edit video untuk menyesuaikan durasi, memperhalus kualitas suara, serta menata tingkat volume audio sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.7.”

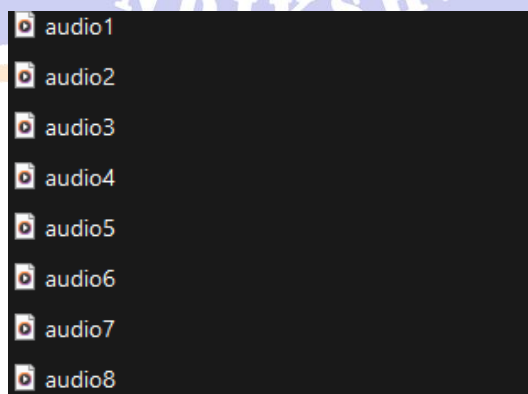


Gambar 4.7

Penyesuaian Hasil Rekaman Audio

(Sumber: Dokumen Peneliti)

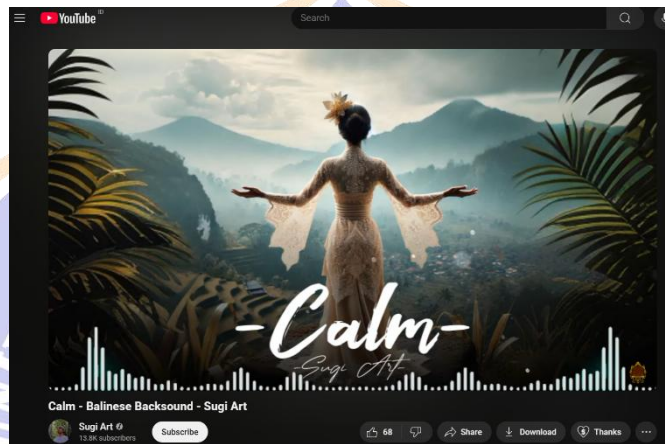
Setelah melalui tahap penyesuaian, seluruh file audio penjelasan dengan format .mp3 dikompilasi ke dalam satu folder seperti terlihat pada Gambar 4.8 agar tersusun rapi dan memudahkan proses integrasi berikutnya. Setiap file audio disimpan dalam format .mp3 karena mudah dipindahkan atau diimpor ke berbagai software, serta format ini memiliki ukuran file yang relatif kecil dengan kualitas suara yang tetap baik.



Gambar 4. 8

Hasil Pengumpulan Audio Penjelasan tiap benda sejarah
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Selanjutnya untuk backsound diunduh dari situs Youtube dengan judul “Calm - Balinese Backsound - Sugi Art” yang disediakan oleh kanal “Sugi Art” yang mendedikasikan musik latar untuk mendukung vlog, cinematic video, dan proyek lainnya.



Gambar 4. 9
Pengunduhan Backsound dari Situs Internet
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.1.3.5 Desain Marker AR

Marker AR diperoleh dengan melakukan pengambilan foto masing-masing benda sejarah dan disini di ubah dengan gambar ghibli. Dilakukan proses pengaturan kesesuaian gambar benda sejarah untuk menciptakan marker memakai *websate AR-js* berbasis *Augmented Reality*. Hasil pembuatan elemen *marker AR* dapat dilihat pada Gambar 4.18



Gambar 4. 10

Hasil Pembuatan Marker AR
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Seluruh *marker* untuk tiap objek sejarah yang berformat .png dikumpulkan dalam satu tempat guna mempermudah proses integrasi di tahap selanjutnya dan menghindari penyebaran berkas. Format png dipilih karena mampu menjaga kualitas visual tetap optimal setelah melalui proses lanjutan, serta memberikan fleksibilitas penggunaan karena mendukung latar transparan.

marker1.patt	17/06/2025 00:27	PATT File	13 KB
marker2.patt	17/06/2025 00:41	PATT File	13 KB
marker3.patt	17/06/2025 01:23	PATT File	13 KB
marker4.patt	17/06/2025 00:42	PATT File	13 KB
marker5.patt	17/06/2025 00:37	PATT File	13 KB
marker6.patt	17/06/2025 00:37	PATT File	13 KB
marker7.patt	17/06/2025 01:20	PATT File	13 KB
marker8.patt	17/06/2025 01:19	PATT File	13 KB
marker9.patt	17/06/2025 01:15	PATT File	13 KB
marker10.patt	17/06/2025 01:16	PATT File	13 KB

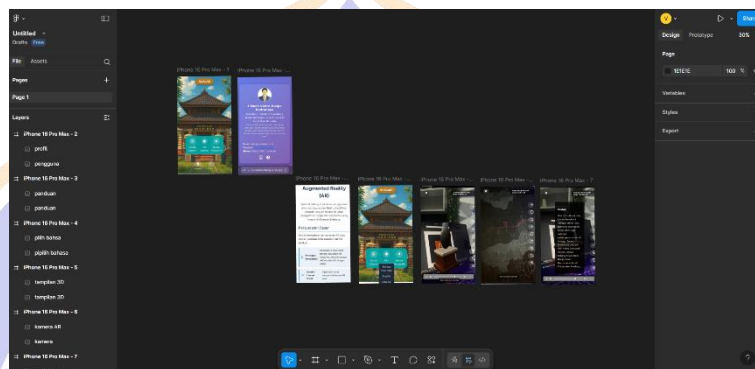
Gambar 4. 11

Kumpulan Marker tiap Benda Sejarah
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.1.3.6 Desain Interface MuBuAR

Desain interface MuBuAR ini diperoleh dengan melakukan pembuatan

tampilan antarmuka melalui Figma seperti ditunjukkan pada Gambar dibawah ini. Desain yang meliputi desain halaman, fitur, hingga tombol-tombol navigasi disiapkan secara lengkap untuk memudahkan pengintegrasian elemen-elemen pada berikutnya. Desain interface pada Figma menjadi gambaran alur website yang sebenarnya sekaligus proses penyediaan asset latar, tombol navigasi, dan elemen lain.



Gambar 4. 12
Hasil Desain Antarmuka MuBuAR
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.1.4 Hasil Tahap *Assembly* (Pembuatan)

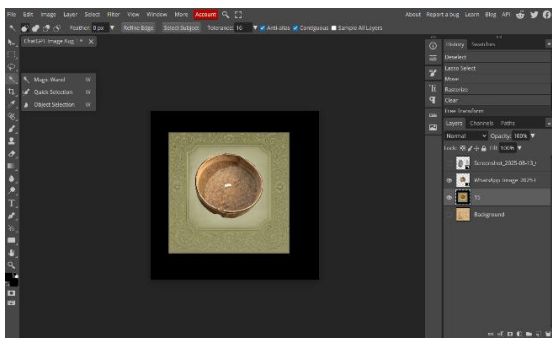
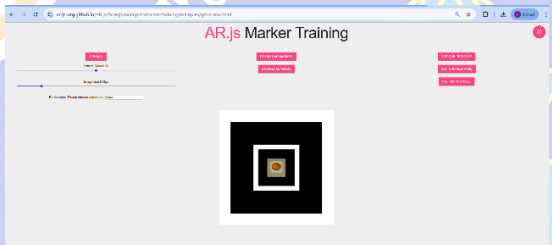
Pada tahap *Assembly* atau Pembuatan ini peneliti telah melaksanakan proses pengintegrasian semua elemen untuk menciptakan produk website MuBuAR yang utuh dan siap digunakan. Berikut adalah penjelasan terkait hasil tahap *Assembly* yang terdiri dari pembuatan profil pengguna, panduan, objek benda sejarah 3 dimensi, dan hosting agar bisa di akses secara online.

4.1.4.1 Hasil Pembuatan Marker

Tabel 4. 4

Hasil Pembuatan Marker

No	Gambar	Keterangan
----	--------	------------

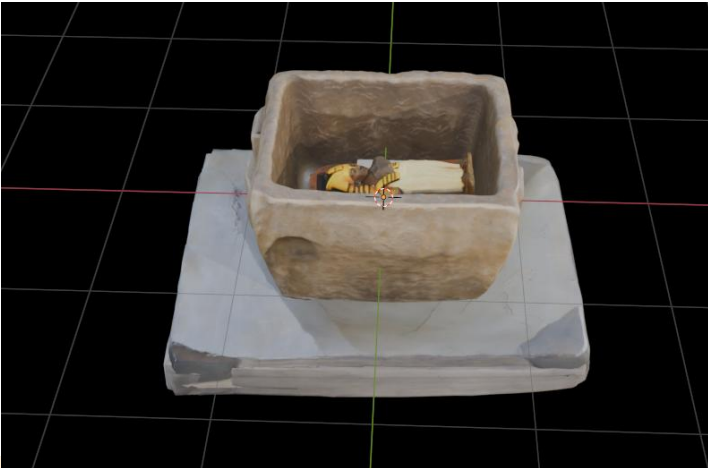
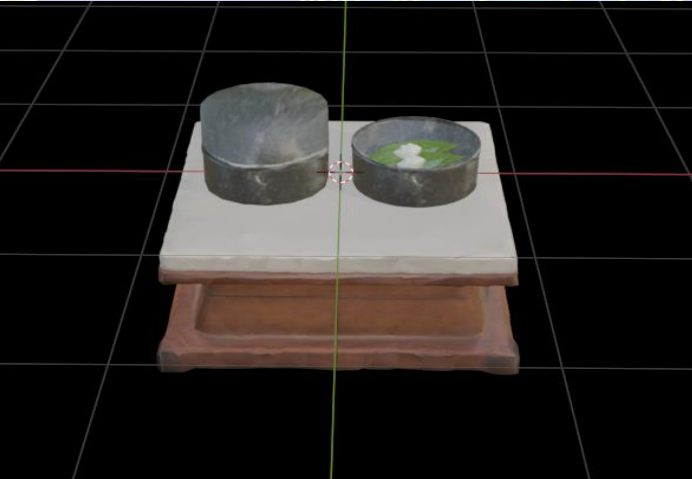
1		Marker pada gambar yang di samping yaitu di buat di website photopea hasilkan sudah memenuhi kriteria sebagai marker AR: objek kontras, latar belakang jelas
2		Marker ini di sempurnakan memakai Ai, supaya menghasilkan gambar yang bagus.
3		Dengan AR.js Marker Training, dapat mengubah gambar sederhana menjadi marker AR dalam format .patt yang siap dipakai pada proyek

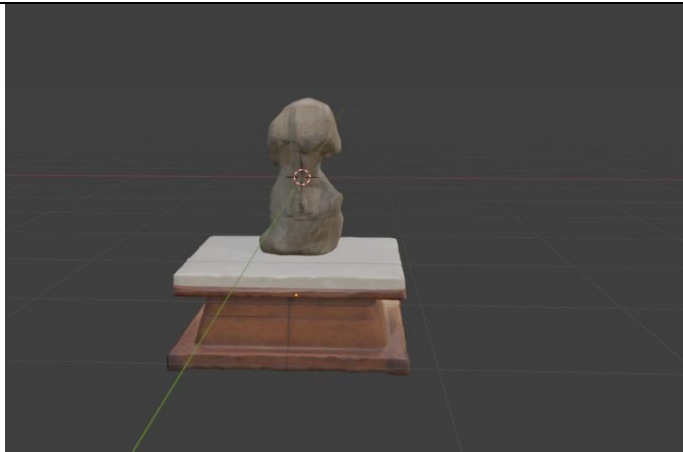
4.1.4.2 Hasil Pembuatan Objek 3 Dimensi Benda Sejarah

Pembuatan objek benda sejarah 3 dimensi telah dilakukan berbarengan dengan tahap Material Collecting dikarenakan pemenuhan kebutuhan terkait benda sejarah museum buleleng 3 dimensi dilakukan dengan pembuatan secara manual di aplikasi Blender. Pembuatan tiap objek 3 dimensi berpedoman pada dokumentasi setiap benda sejarah yang diinputkan ke aplikasi Blender. Dari bentuk-bentuk dasar yang disediakan, selanjutnya disesuaikan agar membentuk objek yang sesuai. Termasuk ditambahkan pewarnaan maupun tekstur untuk menciptakan 3 dimensi yang mirip dengan aslinya. Adapun hasil pembuatan masing-masing benda sejarah

museum buleleng 3 dimensi dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5
Hasil Pembuatan Objek 3 Dimensi Benda Sejarah

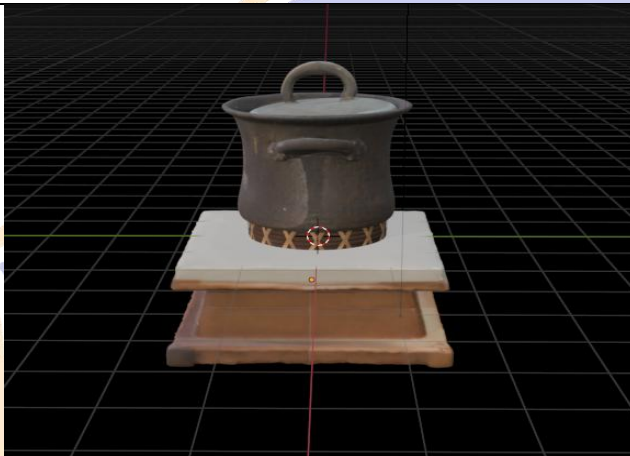
Tampilan	Keterangan
	Sarkopagus Fungsinya : peti mati peti mati yang terbuat dari batu, yang digunakan untuk menyimpan jenazah, terutama pada masa prasejarah. Bentuknya biasanya seperti peti atau wadah, USIA 1000 tahun masehi / seribu abad, dari desa gobleg kecamatan banjar kabupaten buleleng, tahun penemuan : 2004 "
	Wadah kapur sirih Mengunyah sirih merupakan kegemaran sebagian masyarakat dari semenjak lama. Dalam mengunyah sirih dilengkapi dengan kapur sirih. Sekatup wadah yang dibuat dari logam ini berfungsi sebagai wadah kapur sirih. Lokas Situs Tejakula, Kecamatan Tejakula Kabupaten Buleleng



Patung sederhana

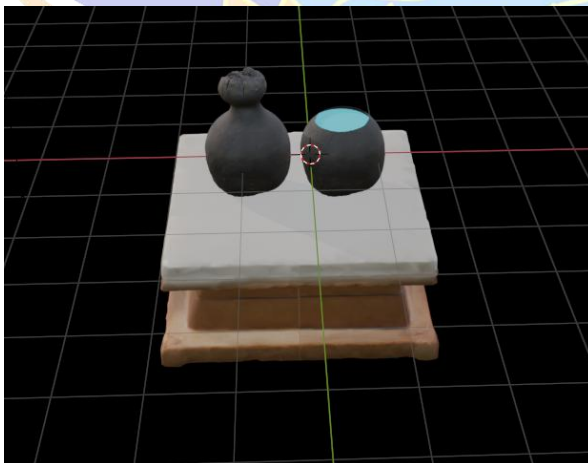
Benda ini dari bahan batu padas yang dibuat dengan teknik pahat, berfungsi sebagai benda upacara. Secara kronologis berasal dari jaman perundagian.

Lokasi: situs tigawasa, kec. Banjar, kabupaten buleleng.



Lekeh

Fungsinya itu sebagai tempat untuk menaruh panci atau wajan setelah memasak di dapur, lekeh ini terbuat dari bambu yang di ulat dan lekeh ini di gunakan pada jaman dahulu. Di buat pada tahun 2000 dari ; desa pedawa kec banjar

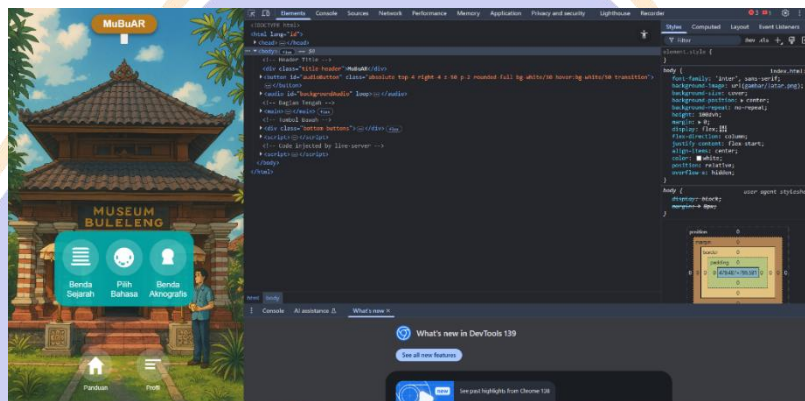


Labu

"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."

4.1.4.3 Hasil Pembuatan Pengembangan Website

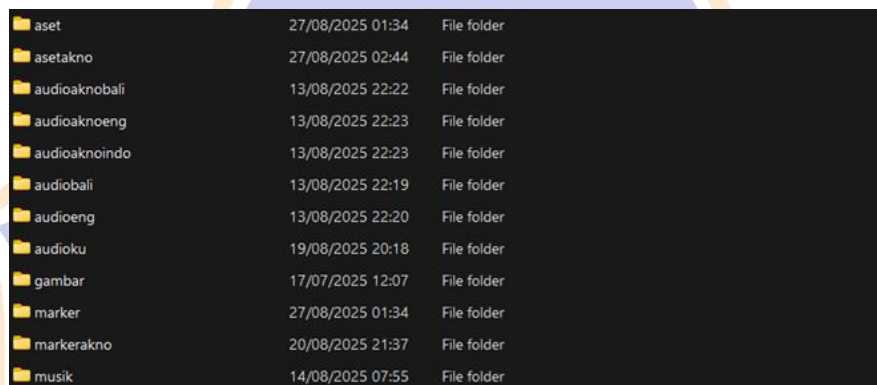
Pada tahap Assembly ini dilakukan pembuatan website MuBuAR menggunakan visual studio code. Pengembangan website didasarkan atas rancangan alur dan tampilan antarmuka yang sudah diselesaikan pada tahap Material Collecting sebelumnya. Untuk pembuatan Pengembangan website perlu apk visual studio code, dibuat terlebih dahulu terkait scene atau halaman-halaman fitur yang ada pada website MuBuAR seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13
Hasil Proses Pembuatan
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Pada halaman utama website MuBuAR yang dikembangkan sebagai media pengenalan benda sejarah Museum Buleleng berbasis WebAR. Pada sisi kiri terlihat antarmuka aplikasi dengan desain visual khas Bali berupa ilustrasi gerbang museum sebagai latar belakang yang di buat dengan AI. Halaman utama ini dilengkapi dengan beberapa tombol navigasi, yaitu Benda Sejarah, Pilih Bahasa, dan Benda Arongatis (artefak). Selain itu, terdapat menu tambahan di bagian bawah seperti Panduan dan Profil yang memudahkan pengguna dalam memahami penggunaan aplikasi maupun mengenal pengembang.

Sementara pada sisi kanan gambar, ditampilkan kode HTML beserta inspect element di browser. Bagian ini menunjukkan struktur dasar halaman web, termasuk penggunaan div container untuk mengatur tata letak serta class yang digunakan untuk mengatur styling. Panel DevTools (Chrome Developer Tools) memperlihatkan elemen CSS yang sedang diterapkan, sehingga pengembang dapat melakukan uji coba tampilan, mengecek ukuran layout, dan memodifikasi komponen secara langsung.

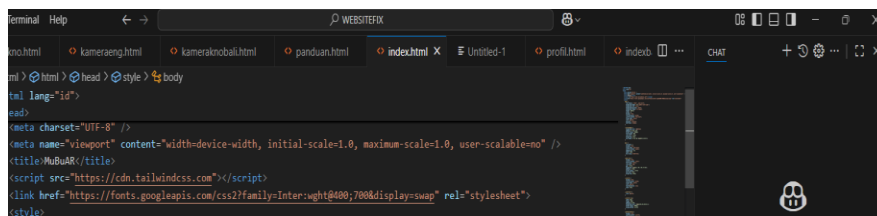


aset	27/08/2025 01:34	File folder
asetakno	27/08/2025 02:44	File folder
audioaknobali	13/08/2025 22:22	File folder
audioaknoeng	13/08/2025 22:23	File folder
audioaknoindo	13/08/2025 22:23	File folder
audiobali	13/08/2025 22:19	File folder
audioeng	13/08/2025 22:20	File folder
audioku	19/08/2025 20:18	File folder
gambar	17/07/2025 12:07	File folder
marker	27/08/2025 01:34	File folder
markerakno	20/08/2025 21:37	File folder
musik	14/08/2025 07:55	File folder

Gambar 4. 14

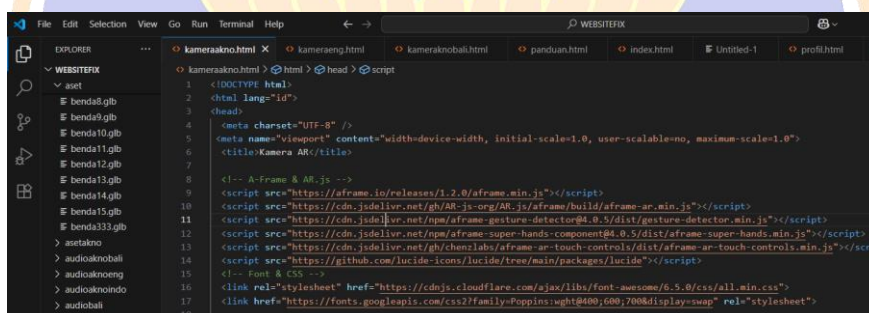
Hasil Proses Pengumpulan (Sumber: Dokumen Peneliti)

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 4. 15
Hasil Proses Penginputan Antarmuka
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Terkait proses menghubungkan antar halaman fitur agar website MuBuAR bisa berjalan, telah dilakukan proses scripting atau pemrograman berbasis kode yang menggunakan bahasa HTML, CSS, dan JavaScript di aplikasi Visual Studio Code seperti pada Gambar 4.15. Proses scripting bertujuan agar masing-masing halaman website dapat terhubung, fitur dapat bekerja, mengatur fungsi tombol, dan memberikan batasan-batasan operasi website, serta mengatur interaktivitas berdasarkan inputan pengguna. Script yang telah dibuat, ditambahkan ke masing-masing halaman maupun tombol agar dapat digunakan.



Gambar 4. 16
Hasil Proses tailwindcss pada visual studio code
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Ditampilkan pada file kameraAR.html merupakan struktur dasar dari halaman web yang digunakan untuk menampilkan fitur Augmented Reality (AR) dengan

memanfaatkan pustaka A-Frame. A-Frame sendiri adalah framework berbasis WebXR yang memungkinkan pengembangan konten Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) langsung di dalam browser. Pada bagian <head>, kode ini memuat berbagai pustaka penting, di antaranya `aframe.min.js` sebagai inti framework, `ar.js` untuk mendukung fitur marker-based AR, serta beberapa pustaka tambahan seperti `gesture-detector` dan `super-hands` yang berfungsi untuk mengatur interaksi pengguna dengan objek 3D, termasuk rotasi, zoom, atau pergerakan menggunakan tangan. Selain itu, terdapat pustaka `aframe-ar-touch-controls` yang digunakan untuk menambahkan kontrol berbasis sentuhan sehingga objek dapat diatur melalui perangkat layar sentuh. Di bagian lain, kode ini juga mengintegrasikan font dan ikon dari pihak ketiga, seperti Font Awesome dan Google Fonts, guna memperindah tampilan antarmuka serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih menarik. Dengan kombinasi pustaka-pustaka ini, halaman `kameraAR.html` berfungsi sebagai inti untuk menampilkan objek 3D berbasis AR di Museum Buleleng, di mana pengguna dapat memindai marker yang sudah disediakan, kemudian melihat visualisasi benda sejarah secara interaktif melalui perangkat smartphone atau komputer yang mendukung akses browser.

Dalam pengembangan website *MuBuAr (Museum Buleleng Augmented Reality)*, saya menggunakan Visual Studio Code sebagai code editor utama, serta memanfaatkan bahasa pemrograman web seperti HTML, CSS, dan JavaScript untuk membangun tampilan dan fungsionalitas website.

4.1.5 Hasil Tahap Testing (Pengujian)

Tahap Testing atau Pengujian dilakukan setelah proses Assembly selesai dan sebelum website digunakan oleh pengguna secara luas. Pada tahap ini, website

MuBuAR yang telah dikembangkan melalui serangkaian pengujian untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada produk. Pengujian ini juga menjadi dasar dalam melakukan perbaikan dan penyempurnaan agar website benar-benar siap digunakan. Adapun bentuk pengujian yang dilakukan meliputi uji blackbox serta uji validitas ahli, yang terdiri atas uji ahli isi, uji ahli media, dan uji responden, yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

4.1.5.1 Hasil Uji Blackbox

Pengujian blackbox dilakukan peneliti setelah website MuMuAR selesai dikembangkan dan siap digunakan. Tujuan dari uji blackbox adalah untuk memastikan kebenaran fungsi input, proses, serta output pada website apakah sudah sesuai dengan rancangan awal. Pada tahap ini, penilaian berfokus pada kesesuaian proses yang dihasilkan berdasarkan input dan tindakan yang diberikan pada website. Pengujian blackbox dilaksanakan pada tanggal 12 Agustus 2025, sebelum dilakukan uji ahli isi, uji ahli media, dan uji responden. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa versi akhir website MuBuAR dapat berjalan dengan baik sesuai dengan konsep pengembangannya. Proses pengujian menggunakan perangkat smartphone Oppo dengan sistem operasi Android versi 14. Instrumen yang digunakan berupa lembar uji blackbox yang berisi 20 butir pernyataan atau aspek penilaian, dengan pilihan jawaban “Sesuai” atau “Tidak Sesuai”. Hasil dari pengujian blackbox tersebut ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Hasil Uji Blackbox

No.	Aspek Penilaian	Hasil Pengujian
1	Ketika memilih website MuBuAR pada perangkat akan diarahkan ke halaman utama.	Sesuai

No.	Aspek Penilaian	Hasil Pengujian
2	Halaman utama akan menampilkan tombol fitur informasi pengembang, menghidupkan/mematikan <i>backsound</i> , Kamera AR, pilih bahasa dan Panduan AR.	Sesuai
3	Ketika tombol fitur informasi pengembang ditekan, maka akan diarahkan ke halaman informasi pengembang.	Sesuai
4	Ketika di geser ke kanan, maka akan diarahkan ke halaman utama.	Sesuai
5	Ketika tombol fitur Panduan AR ditekan, maka akan diarahkan ke halaman Panduan AR.	Sesuai
6	Ketika di geser ke kanan, maka akan diarahkan ke halaman utama.	Sesuai
7	Ketika tombol mematikan <i>backsound</i> ditekan, maka <i>backsound</i> mati.	Sesuai
8	Ketika tombol menghidupkan <i>backsound</i> ditekan, maka <i>backsound</i> hidup.	Sesuai
9	Ketika tombol pilih bahasa di tekan, maka memilih bahasa.	Sesuai
10	Ketika tombol bahasa di pilih, maka di arahkan ke bahasa yang di pilih.	Sesuai
11	Ketika kembali ke bahasa awal, maka akan kembali ke bahasa indonesia.	Sesuai
12	Ketika tombol fitur Kamera AR Sejarah ditekan, maka akan diarahkan ke halaman Kamera AR Sejarah.	Sesuai
13	Ketika tombol fitur Kamera AR Aknografis ditekan, maka akan diarahkan ke halaman Kamera AR Aknografis.	Sesuai
14	Ketika <i>marker</i> terdeteksi akan memunculkan objek monumen 3 dimensi yang sesuai	Sesuai
15	Ketika objek benda sejarah 3 dimensi muncul, maka akan muncul pula audio narasi.	Sesuai

No.	Aspek Penilaian	Hasil Pengujian
16	Ketika tombol audio ditekan, maka muncul suara audio.	Sesuai
17	Ketika tombol audio ditekan, maka audio akan mati.	Sesuai
18	Ketika tombol penjelasan ditekan, maka akan muncul penjelasannya.	Sesuai
19	Ketika tombol penjelasan ditekan, maka tidak muncul penjelasannya.	Sesuai
20	Ketika tombol kembali ditekan, maka akan diarahkan ke halaman utama.	Sesuai

Berdasarkan hasil pelaksanaan pengujian blackbox pada website MuBuAR, dapat disimpulkan bahwa seluruh aspek penilaian memperoleh hasil 100% sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa setiap fungsi, baik dari sisi input, proses, maupun output, telah berjalan dengan benar sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan demikian, website MuBuAR dapat dinyatakan berada dalam kondisi yang stabil dan siap digunakan untuk tahap pengujian berikutnya, yaitu uji ahli isi dan uji ahli media, guna memperoleh penilaian yang lebih mendalam terkait kelayakan serta kualitas dari website MuBuAr Ini yang dikembangkan.

4.1.5.2 Hasil Uji Ahli Isi

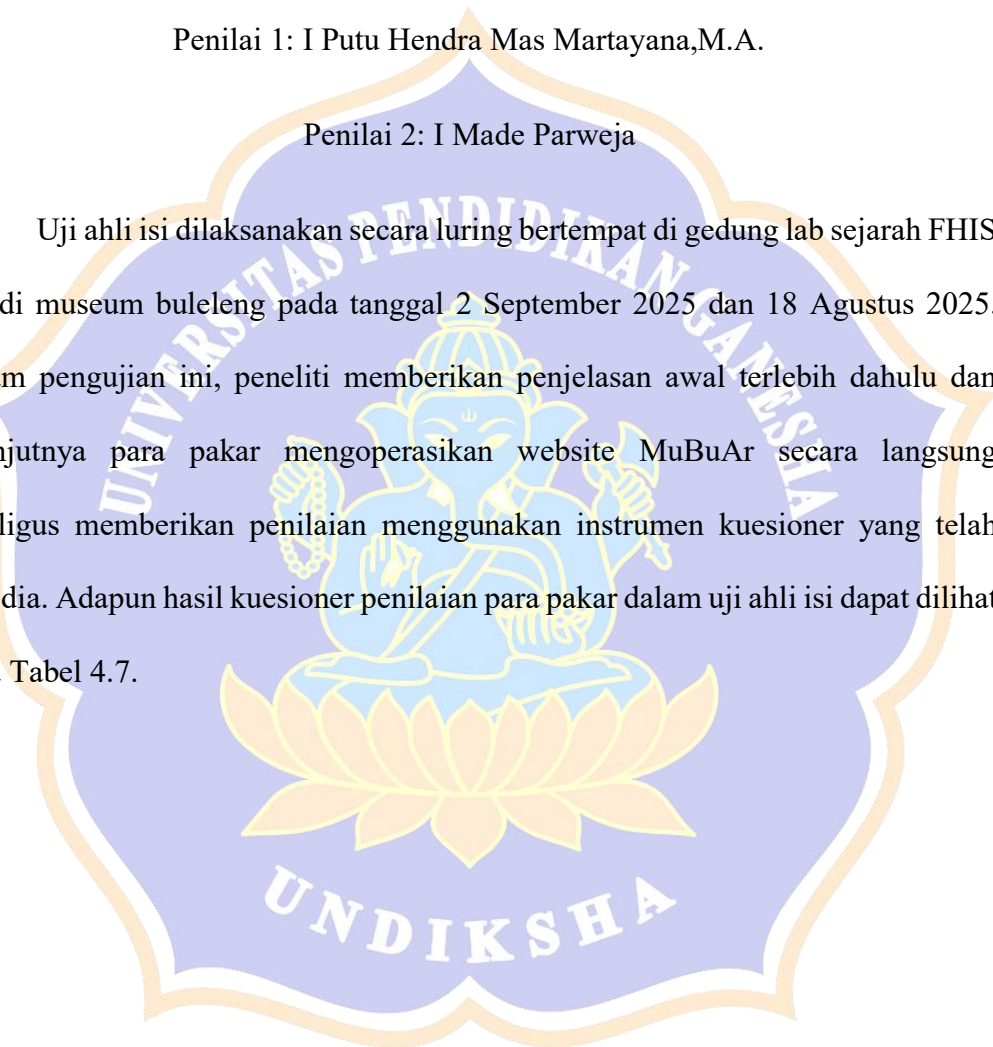
Uji ahli isi bertujuan untuk melakukan penilaian konten atau materi oleh para pakar di bidang yang relevan untuk memastikan bahwa informasi yang disajikan dalam website MuBuAr bersifat akurat, relevan, dan sesuai dengan tujuan pengembangan Website. Adapun aspek penilaian dalam uji ahli isi ini meliputi

aspek relevansi materi, kualitas penggunaan bahasa, dan kualitas visualisasi materi. Hasil penilaian ini menjadi evaluasi terhadap konten yang tercantum dalam website MuBuAr sehingga bisa digunakan secara umum. Adapun pihak pakar yang terlibat dalam uji ahli isi ini adalah yang terdiri dari, dosen ahli sejarah dan pengelola museum buleleng.

Penilai 1: I Putu Hendra Mas Martayana,M.A.

Penilai 2: I Made Parweja

Uji ahli isi dilaksanakan secara luring bertempat di gedung lab sejarah FHIS dan di museum buleleng pada tanggal 2 September 2025 dan 18 Agustus 2025. Dalam pengujian ini, peneliti memberikan penjelasan awal terlebih dahulu dan selanjutnya para pakar mengoperasikan website MuBuAr secara langsung sekaligus memberikan penilaian menggunakan instrumen kuesioner yang telah tersedia. Adapun hasil kuesioner penilaian para pakar dalam uji ahli isi dapat dilihat pada Tabel 4.7.



Tabel 4.7

Hasil Penilaian para Pakar Uji Ahli Isi tahap I

No.	Aspek Penilaian	Penilai 1	
		Penilai 1	Penilai 2
A. Relevansi Informasi			
1	Informasi tentang pengenalan benda sejarah museum buleleng sesuai dengan sumber yang ada.	Sesuai	Sesuai
2	Penjelasan tentang sejarah setiap benda tersebut disampaikan dengan jelas.	Sesuai	Sesuai
3	Kejelasan informasi yang disampaikan pada website sehingga pengguna dapat memahami dengan mudah.	Sesuai	Sesuai
4	Penyajian informasi masing- masing dari benda sejarah sudah tergabung sehingga membentuk proses 3d yang utuh.	Sesuai	Sesuai
B. Kualitas Penggunaan Bahasa			
5	Penggunaan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai kaidah.	Sesuai	Sesuai
6	Ketepatan penggunaan kata maupun kalimat dalam deskripsi informasi.	Sesuai	Sesuai
7	Penggunaan istilah-istilah yang relevan dengan pembahasan benda sejarah.	Tidak Sesuai	Sesuai
C. Kualitas Visualisasi Materi			
8	Tampilan benda sejarah berupa objek 3 dimensi sesuai dengan penjelasan yang muncul.	Sesuai	Sesuai
9	Proporsi objek benda sejarah 3 dimensi sesuai dengan aslinya.	Tidak Sesuai	Sesuai
10	Visualisasi objek benda sejarah 3 dimensi sesuai dengan aslinya.	Sesuai	Sesuai

Kemudian, dilanjutkan ke proses perhitungan tabulasi silang. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas isi website MuBuAR berdasarkan penilaian yang telah diberikan para pakar uji ahli isi. Hasil tabulasi silang uji ahli isi dapat diamati pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8
Hasil Tabulasi Silang Uji Ahli Isi

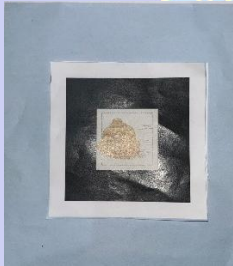
		Penilai 1	
		Kurang Relevan	Sangat Relevan
Penilai 1	Kurang Relevan	(A)	(B)
	Sangat Relevan	(C) 7,9	(D) 1,2,3,4,5,6,8, 10

Berdasarkan hasil tabulasi silang pada Tabel 4.8, maka validitas isi produk website MuBuAR dapat dihitung menggunakan rumus Gregory berikut ini:

$$\text{Validasi Isi} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{8}{0+0+2+8} = \frac{8}{10} = 0,8$$

Berdasarkan hasil perhitungan validitas isi menggunakan rumus Gregory, diperoleh nilai koefisien sebesar 0,8. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat validitas isi website MuBuAR berada pada kualifikasi “Tinggi” dengan kriteria “Valid”. Tetapi, pada uji ahli isi ini peneliti mendapatkan saran dari penilai 1 maupun penilai 2 untuk melakukan perbaikan produk. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan produk terlebih dahulu sesuai saran penilai 1 maupun penilai 2. Selanjutnya, dilaksanakan uji ahli isi tahap II untuk memperoleh hasil penilaian kembali terhadap produk website MuBuAr dan belum layak untuk digunakan oleh pengunjung museum buleleng dalam mengenal benda sejarah yang ada di museum buleleng.

Tabel 4.9
Saran dan Hasil Revisi
Uji Ahli Isi

No.	Saran	Hasil Revisi
1	 Memakai bahasa inggris yang benar atau lebih ke umum (Penilai 1).	 Sudah menggunakan bahasa yang benar
2	 Marker perlu di kecilin agar lebih efisien.	 Marker sudah di perkecil agar lebih efisien.

Setelah melakukan perbaikan produk, peneliti melaksanakan uji ahli Isi tahap II yang dilaksanakan secara luring bertempat di lab sejarah, Universitas Pendidikan Ganesha pada tanggal 4 September 2025, dengan penilai 1 yang sama dengan uji ahli Isi tahap I. Adapun hasil kuesioner penilaian para pakar dalam uji ahli Isi tahap II dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Hasil Penilaian para Pakar Uji Ahli Isi
Tahap II

No.	Aspek Penilaian	Penilai 1	
		Penilai 1	Penilai 2
A. Relevansi Informasi			
1	Informasi tentang pengenalan benda sejarah museum buleleng sesuai dengan sumber yang ada.	Sesuai	Sesuai
2	Penjelasan tentang sejarah setiap benda tersebut disampaikan dengan jelas.	Sesuai	Sesuai
3	Kejelasan informasi yang disampaikan pada website sehingga pengguna dapat memahami dengan mudah.	Sesuai	Sesuai
4	Penyajian informasi masing- masing dari benda sejarah sudah tergabung sehingga membentuk proses 3d yang utuh.	Sesuai	Sesuai
B. Kualitas Penggunaan Bahasa			
5	Penggunaan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai kaidah.	Sesuai	Sesuai
6	Ketepatan penggunaan kata maupun kalimat dalam deskripsi informasi.	Sesuai	Sesuai
7	Penggunaan istilah-istilah yang relevan dengan pembahasan benda sejarah.	Sesuai	Sesuai
C. Kualitas Visualisasi Materi			
8	Tampilan benda sejarah berupa objek 3 dimensi sesuai dengan penjelasan yang muncul.	Sesuai	Sesuai
9	Proporsi objek benda sejarah 3 dimensi sesuai dengan aslinya.	Sesuai	Sesuai
10	Visualisasi objek benda sejarah 3 dimensi sesuai dengan aslinya.	Sesuai	Sesuai

Kemudian, dilaksanakan proses perhitungan tabulasi silang. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas isi website MuBuAR berdasarkan penilaian yang telah diberikan para pakar uji ahli isi tahap II. layak untuk digunakan

oleh pengunjung museum buleleng dalam mengenal benda sejarah yang ada di museum buleleng.

Tabel 4. 11
Hasil Tabulasi Silang Uji Ahli Isi Tahap II

		Penilai 1	
		Kurang Relevan	Sangat Relevan
Penilai 1	Kurang Relevan	(A)	(B)
	Sangat Relevan	(C)	(D) 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10

Berdasarkan hasil tabulasi silang pada Tabel 4.11, maka validitas Isi produk website MuBuAR dapat dihitung menggunakan rumus Gregory berikut ini.

$$\text{Validasi Isi} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{10}{0+0+0+0} = \frac{10}{10} = 1,00$$

Setelah dilakukan perhitungan validitas isi tahap II dengan rumus Gregory diperoleh nilai koefisien sebesar 1,00. Maka tingkat validitas isi website MuBuAR dengan koefisien 1,00 termasuk ke dalam kualifikasi “Sangat Tinggi” dengan kriteria “Sangat Valid”. Pada uji ahli isi tahap II ini tidak ada masukan maupun perbaikan kembali terhadap produk website MuBuAR sehingga uji ahli isi dicukupkan pada tahap ini. Oleh karena itu dari segi kualitas elemen multimedia dan pengalaman penggunaan, produk website MuBuAR sudah baik. Dapat disimpulkan pula, bahwa versi terakhir website MuBuAR layak untuk digunakan oleh pengunjung museum buleleng dalam mengenal benda sejarah yang ada di

museum buleleng. Adapun hasil dokumentasi pada tahap uji ahli isi website MuBuAR dapat dilihat pada lampiran 18.

4.1.5.3 Hasil Uji Ahli Media

Uji ahli media merupakan tahapan pengujian yang berfokus pada aspek teknis dan desain dari website MuBuAr yang telah dikembangkan. Pengujian ini mencakup penilaian terhadap antarmuka pengguna, tingkat interaktivitas, serta penggunaan elemen multimedia yang mendukung jalannya website. Tujuan utama dari pelaksanaan uji ahli media adalah untuk memvalidasi kualitas desain secara keseluruhan, mencakup kemudahan navigasi, kenyamanan pengalaman pengguna, serta memastikan bahwa website tidak hanya menyajikan informasi yang akurat, tetapi juga tampil menarik, interaktif, dan mudah dioperasikan oleh pengguna dari berbagai kalangan. Dengan demikian, hasil uji ahli media diharapkan mampu memberikan jaminan bahwa website layak digunakan secara umum. Aspek penilaian dalam uji ahli media meliputi kemudahan navigasi, yang menilai sejauh mana pengguna dapat dengan mudah mengakses menu maupun fitur website; kualitas tampilan, yang berhubungan dengan estetika desain antarmuka, keterbacaan teks, serta tata letak visual; dan kualitas audio, yang berkaitan dengan kejelasan, kesesuaian, serta kenyamanan elemen suara atau narasi yang digunakan. Seluruh aspek ini dirancang agar dapat memberikan pengalaman yang lebih baik kepada pengguna ketika berinteraksi dengan website. Adapun pihak pakar yang dilibatkan dalam uji ahli media ini adalah dua orang dosen dari Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha. Keterlibatan para pakar tersebut sangat penting karena memiliki keahlian dalam bidang teknologi pendidikan serta pengembangan media

digital, sehingga mampu memberikan penilaian yang objektif, komprehensif, dan relevan terhadap kualitas teknis maupun desain website MuBuAR

Penilai 1: I Putu Andika Pradnyana, S.Pd., M.Pd.

Penilai 2: I Gede Bendesa Subawa, S.Pd., M.Kom.

Uji ahli media dilaksanakan secara luring bertempat di Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha pada tanggal 21 Juli 2025 dan 27 Agustus 2025 untuk tahap pertama. Dalam pengujian ini, peneliti memberikan penjelasan awal terlebih dahulu dan selanjutnya para pakar mengoperasikan website MuBuAR secara langsung sekaligus memberikan penilaian menggunakan instrumen kuesioner yang telah tersedia. Adapun hasil kuesioner penilaian para pakar dalam uji ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12
Hasil Penilaian para Pakar Uji Ahli Media Tahap I

No.	Aspek Penilaian	Tahap 1	
		Penilai 1	Penilai 2
A. Kemudahan Navigasi			
1	Kesesuaian fungsi tombol navigasi dengan aksi yang diberikan.	Sesuai	Sesuai
2	Transisi tiap halaman fitur berjalan dengan lancar sehingga memudahkan pengoperasian fitur pada tampilan.	Tidak Sesuai	Sesuai
3	Ketersediaan panduan yang membantu pengguna dalam navigasi website.	Sesuai	Sesuai
B. Kualitas Tampilan			
4	Keserasian komposisi warna pada website.	Tidak Sesuai	Sesuai
5	Ketepatan pengaturan huruf dalam tampilan sehingga mudah dibaca oleh pengguna.	Sesuai	Sesuai
6	Kerapian tata letak komponen fitur pada antarmuka wibsite.	Sesuai	Sesuai

7	Kualitas resolusi objek visual yang baik dalam website.	Sesuai	Sesuai
C. Kualitas Audio			
8	Kejelasan pelafalan dalam audio terkait penyampaian informasi tiap benda sejarah.	Sesuai	Sesuai
9	Kesesuaian intonasi untuk menciptakan audio penjelasan yang menarik untuk didengar.	Sesuai	Sesuai
10	Pemilihan <i>backsound</i> yang sesuai dengan suasana.	Sesuai	Sesuai

Setelah diperoleh hasil pengelompokan penilaian para pakar, dilanjutkan ke proses perhitungan tabulasi silang. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas media website MuBuAR berdasarkan penilaian yang telah diberikan para pakar uji ahli media.

Tabel 4.13
Hasil Tabulasi Silang Uji Ahli Media Tahap I

		Penilai 1	
		Kurang Relevan	Sangat Relevan
Penilai 1	Kurang Relevan	(A)	(B)
	Sangat Relevan	(C) 2,4	(D) 1,3,5,6,7,8, 9,10

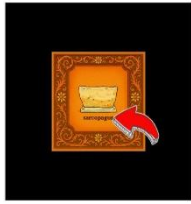
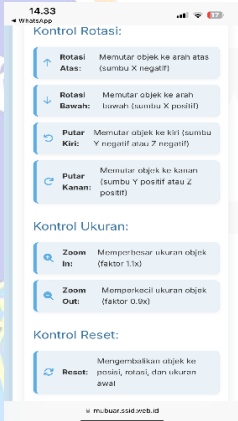
Berdasarkan hasil tabulasi silang pada Tabel 4.13, maka validitas media produk website MuBuAR dapat dihitung menggunakan rumus Gregory berikut ini.

$$\text{Validitas Media} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{8}{0+0+2+8} = \frac{8}{10} = 0,80$$

Berdasarkan hasil perhitungan validitas media menggunakan rumus Gregory, diperoleh nilai koefisien sebesar 0,80. Maka nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat validitas media website MuBuAR berada pada kualifikasi “Tinggi” dengan kriteria “Valid”. Hasil ini membuktikan bahwa secara teknis maupun dari sisi desain, media yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan yang sangat baik. Tetapi, pada uji ahli media ini peneliti mendapatkan saran dari penilai 1 maupun penilai 2 untuk melakukan perbaikan produk. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan produk terlebih dahulu sesuai saran penilai 1 maupun penilai 2. Selanjutnya, dilaksanakan uji ahli media tahap II untuk memperoleh hasil penilaian kembali terhadap produk website MuBuAr.

Tabel 4.14
Saran dan Hasil Revisi Uji Ahli Media

No	Saran	Hasil Revesi
1	 Perlu penyesuaian kembali Pada warna pilih bahasa	 Latar pilih bahasa telah d disesuaikan sehingga keliatan menarik

2	 Perlu di hapus tulisan di marker	 Tulisan yang tercantum dimarker sudah disesuaikan
3	 Menambahkan Fungsi – fungsi setiap tombol, di kamera marker dan di isi dalam buku panduan.	 Sudah di sesuaikan dengan menambahkan fungsi-fungsi tombol yang ada di kamera marker.

Setelah melakukan perbaikan produk, peneliti melaksanakan uji ahli Isi tahap II yang dilaksanakan secara daring pada tanggal 1 September 2025, dengan penilai 2 yang sama dengan uji ahli Isi tahap I. Adapun hasil kuesioner penilaian para pakar dalam uji ahli Isi tahap II dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15

Hasil Penilaian para Pakar Uji Ahli Media Tahap II

No.	Aspek Penilaian	Tahap 1	
		Penilai 1	Penilai 2
A. Kemudahan Navigasi			
1	Kesesuaian fungsi tombol navigasi dengan aksi yang diberikan.	Sesuai	Sesuai

2	Transisi tiap halaman fitur berjalan dengan lancar sehingga memudahkan pengoperasian fitur pada tampilan.	Sesuai	Sesuai
3	Ketersediaan panduan yang membantu pengguna dalam navigasi website.	Sesuai	Sesuai
B. Kualitas Tampilan			
4	Keserasian komposisi warna pada website.	Sesuai	Sesuai
5	Ketepatan pengaturan huruf dalam tampilan sehingga mudah dibaca oleh pengguna.	Sesuai	Sesuai
6	Kerapian tata letak komponen fitur pada antarmuka website.	Sesuai	Sesuai
7	Kualitas resolusi objek visual yang baik dalam website.	Sesuai	Sesuai
C. Kualitas Audio			
8	Kejelasan pelafalan dalam audio terkait penyampaian informasi tiap benda sejarah.	Sesuai	Sesuai
9	Kesesuaian intonasi untuk menciptakan audio penjelasan yang menarik untuk didengar.	Sesuai	Sesuai
10	Pemilihan <i>background</i> yang sesuai dengan suasana.	Sesuai	Sesuai

Kemudian, dilaksanakan proses perhitungan tabulasi silang. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas isi website MuBuAR berdasarkan penilaian yang telah diberikan para pakar uji ahli media tahap II. layak untuk digunakan oleh pengunjung museum buleleng dalam mengenal benda sejarah yang ada di museum buleleng.

Tabel 4. 16

Hasil Tabulasi Silang Uji Ahli Media Tahap II

		Penilai 1	
		Kurang Relevan	Sangat Relevan
Penilai 1	Kurang Relevan	(A)	(B)
	Sangat Relevan	(C)	(D) 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10

Berdasarkan hasil tabulasi silang pada Tabel 4.16, maka validitas media produk website MuBuAR dapat dihitung menggunakan rumus Gregory berikut ini.

$$\text{Validitas Media} = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{8}{0+0+2+8} = \frac{10}{10} = 1,00$$

Setelah dilakukan perhitungan validitas ahli media tahap II dengan rumus Gregory diperoleh nilai koefisien sebesar 1,00. Maka tingkat validitas media website MuBuAR dengan koefisien 1,00 termasuk ke dalam kualifikasi “Sangat Tinggi” dengan kriteria “Sangat Valid”. Pada uji ahli media tahap II ini tidak ada masukan maupun perbaikan kembali terhadap produk website MuBuAR sehingga uji ahli media dicukupkan pada tahap ini. Oleh karena itu dari segi kualitas elemen multimedia dan pengalaman penggunaan, produk website MuBuAR sudah baik. Dapat disimpulkan pula, bahwa versi terakhir website MuBuAR layak untuk digunakan oleh pengunjung museum buleleng dalam mengenal benda sejarah yang ada di museum buleleng. Adapun hasil dokumentasi pada tahap uji ahli media website MuBuAR dapat dilihat pada lampiran 19.

4.1.6 Hasil Tahap Distribution (Distribusi)

Hasil tahap Distribution pada penelitian dengan judul “Pengembangan Media Pengenalan Benda Sejarah Museum Buleleng Berbasis Web-Based Augmented Reality” merupakan tahapan akhir dalam model pengembangan yang bertujuan untuk menyebarluaskan produk yang telah selesai dikembangkan agar dapat digunakan oleh pengguna sasaran. Pada tahap ini, media yang telah melalui

uji kelayakan baik dari segi isi maupun media kemudian diimplementasikan dan disosialisasikan kepada pengunjung serta pihak terkait di Museum Buleleng. Proses distribusi dilakukan dengan cara memperkenalkan dan memberikan akses kepada pengguna terhadap website MuBuAR yang berfungsi sebagai media informasi berbasis Augmented Reality. Melalui tahap ini, pengguna dapat secara langsung mencoba fitur-fitur yang tersedia, seperti pengenalan objek sejarah dengan pemindaian marker, penyajian informasi digital, serta tampilan interaktif yang memperkaya pengalaman belajar mengenai koleksi museum. Hasil distribusi menunjukkan bahwa produk dapat diakses dengan baik melalui perangkat yang kompatibel dan mampu memberikan pengalaman baru yang lebih menarik serta edukatif bagi pengunjung. Dengan demikian, tahap Distribution memastikan bahwa media yang dikembangkan benar-benar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas, khususnya pengunjung Museum Buleleng, sebagai sarana edukasi, promosi, sekaligus upaya pelestarian nilai sejarah melalui pemanfaatan teknologi digital berbasis Augmented Reality, ataupun dengan memindai kode QR pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17

Kode QR link Website MuBuAR

(Sumber: Dokumen Peneliti)

Dalam tahap Distribusi juga telah dilakukan proses penyebaran produk Website MuBuAR untuk keperluan uji respons pengguna. Setelah pengguna mencoba Website MuBuAR selanjutnya diadakan sesi pengisian angket uji respons pengunjung. Dengan selesainya pengembangan Website MuBuAR dan distribusi kepada pengunjung, harapannya Website MuBuAR dapat digunakan dengan baik oleh pengunjung untuk mengetahui tentang benda Sejarah Museum Buleleng sebagai media pelestarian sejarah lokal yang informatif dan efektif serta dapat diakses setiap saat.

4.1.7 Hasil Uji Respons Pengguna

Uji respons pengguna dilaksanakan setelah seluruh tahapan pengembangan Website MuBuAR selesai dan produk dinyatakan layak digunakan berdasarkan penilaian para pakar. Pengujian ini menggunakan metode User Experience Questionnaire (UEQ) yang terdiri atas 26 butir pertanyaan dengan tujuh pilihan jawaban dalam bentuk skala, mulai dari nilai 1 hingga 7. Instrumen UEQ tersebut mencakup enam aspek penilaian yang disajikan dalam bentuk kuesioner digital menggunakan Google Form. Pelaksanaan uji respons pengguna melibatkan sebanyak 35 orang pengunjung di museum buleleng. Kegiatan pengujian ini dilakukan peneliti pada tanggal 30 Agustus 2025 dengan cara menaruh link atau barcode di museum buleleng. Sebelum mencoba website, pengguna terlebih dahulu diberikan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur uji respons. Selanjutnya, pengunjung diminta untuk menggunakan serta mengeksplorasi website MuBuAR. Setelah itu, mereka diarahkan untuk mengisi kuesioner UEQ sesuai dengan pengalaman penggunaan website yang dirasakan. Data hasil uji respons yang diperoleh dari 35 orang responden tersebut kemudian diolah menggunakan UEQ

Data Analysis Tool versi 12, yang diunduh melalui situs resmi UEQ (<https://www.ueq-online.org/>). Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi konversi data mentah menjadi data terstruktur, penghitungan hasil utama berdasarkan dimensi penilaian, serta perbandingan dengan set data benchmark yang telah tersedia pada perangkat analisis tersebut.

4.1.7.1 Hasil Tahap Konversi Data UEQ

Konversi data UEQ dalam UEQ data analysis tool telah dilaksanakan dengan terlebih dahulu melakukan penginputan data respons pengguna dari kuesioner yang digunakan. Hasil kuesioner tersebut dikonversi dalam UEQ data analysis tool yang mana skala semula dari 1 sampai 7 kemudian dikonversi menjadi skala dari -3 hingga +3. Dalam UEQ, konversi data ini dilakukan untuk mempermudah interpretasi dan analisis data yang mana skala dari -3 hingga +3 memberikan nilai tengah yang jelas, yaitu 0. Hal ini mempermudah untuk melihat rata-rata suatu item berada di sisi positif atau negatif. Adapun hasil konversi data tersebut. Selanjutnya, dihasilkan nilai rata-rata per responden sesuai enam aspek penilaian yang digunakan dalam metode UEQ berdasarkan data yang sudah dikonversi tersebut. Hasil rata-rata tersebut dapat diamati pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17
Hasil Rata-Rata tiap Responden

Scale means per person						
R	Daya tarik	Kejelasan	Efisiensi	Ketepatan	Stimulasi	Kebaruan
R1	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00	2,75
R2	2,83	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R3	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
R4	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

R5	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75
R6	2,50	2,00	2,50	2,50	2,50	2,25
R7	2,67	2,50	2,75	2,25	2,25	2,50
R8	2,83	2,75	2,75	3,00	3,00	2,75
R9	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R10	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R11	2,67	2,75	2,50	2,50	2,75	2,75
R12	2,50	2,50	2,25	2,75	2,00	2,50
R13	2,83	2,75	2,25	3,00	2,50	2,75
R14	2,67	2,75	3,00	2,75	3,00	2,50
R15	2,83	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R16	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R17	2,33	3,00	2,50	2,50	2,50	2,00
R18	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00	3,00
R19	3,00	3,00	2,75	2,50	3,00	3,00
R20	2,00	2,25	2,25	2,50	2,25	2,00
R21	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R22	2,83	3,00	2,75	2,75	3,00	3,00
R23	3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	3,00
R24	3,00	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R25	2,67	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R26	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R27	2,83	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R28	2,83	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R29	3,00	3,00	2,75	2,25	3,00	3,00
R30	3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	2,75
R31	3,00	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R32	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R33	3,00	3,00	2,75	2,75	3,00	2,75
R34	3,00	3,00	2,75	3,00	3,00	3,00
R35	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Pada Tabel 4.17 tersebut menampilkan perolehan rata-rata semua aspek untuk masing-masing responden yang diperoleh dari perhitungan skor total tiap-tiap butir soal dengan aspek yang sama, selanjutnya dibagi sesuai jumlah soal tersebut. Proses perhitungan ini dilaksanakan pada semua aspek UEQ dan diterapkan untuk masing-masing responden sehingga memperoleh hasil data yang lengkap. Hasil-hasil

pada tahap konversi ini digunakan sebagai acuan untuk memperoleh hasil utama pada pengolahan data respons pengguna dengan UEQ pada tahap berikutnya.

4.1.7.2 Hasil Tahap Pemerolehan Hasil Utama UEQ

Pada tahap ini bertujuan memperoleh hasil utama yang disebut dengan result. Hasil ini berupa mean(rata-rata), variance(varian), dan standar deviation (simpangan baku) untuk setiap butir pertanyaan sesuai aspek yang dapat diamati pada Tabel 4.18

Tabel 4.18
Hasil Rata-rata, Varian dan Simpangan Baku tiap Pertanyaan UEQ

Item	Mean	Variance	Std. Dev.	No.	Left	Right	Scale
1	2,7	0,2	0,4	35	menyusahkan	menyenangkan	Daya tarik
2	2,9	0,1	0,4	35	tak dapat dipahami	dapat dipahami	Kejelasan
3	2,9	0,1	0,2	35	kreatif	monoton	Kebaruan
4	2,9	0,1	0,2	35	mudah dipelajari	sulit dipelajari	Kejelasan
5	2,8	0,1	0,4	35	bermanfaat	kurang bermanfaat	Stimulasi
6	2,9	0,1	0,3	35	membosankan	mengasyikkan	Stimulasi
7	2,9	0,1	0,4	35	tidak menarik	menarik	Stimulasi
8	2,8	0,2	0,4	35	tak dapat diprediksi	dapat diprediksi	Ketepatan
9	2,8	0,1	0,4	35	cepat	lambat	Efisiensi
10	2,8	0,1	0,4	35	berdaya cipta	konvensional	Kebaruan
11	2,9	0,1	0,3	35	menghalangi	mendukung	Ketepatan
12	2,9	0,1	0,3	35	baik	buruk	Daya tarik
13	2,9	0,1	0,3	35	rumit	sederhana	Kejelasan
14	3,0	0,0	0,2	35	tidak disukai	menggembirakan	Daya tarik
15	2,7	0,2	0,4	35	lazim	terdepan	Kebaruan
16	2,9	0,1	0,2	35	tidak nyaman	nyaman	Daya Tarik
17	2,9	0,1	0,4	35	aman	tidak aman	Ketepatan

18	2,9	0,1	0,3	35	memotivasi	tidak memotivasi	Stimulasi
19	2,9	0,1	0,4	35	memenuhi ekspektasi	tidak memenuhi ekspektasi	Ketepatan
20	2,7	0,2	0,5	35	tidak efisien	efisien	Efisiensi
21	2,9	0,1	0,3	35	jelas	membingungkan	Kejelasan
22	2,8	0,2	0,4	35	tidak praktis	praktis	Efisiensi
23	2,9	0,1	0,4	35	terorganisasi	berantakan	Efisiensi
24	2,8	0,2	0,4	35	atraktif	tidak atraktif	Daya Tarik
25	2,8	0,2	0,4	35	ramah pengguna	tidak ramah pengguna	Daya Tarik
26	2,8	0,2	0,4	35	konservatif	inovatif	Kebaruan

Dalam penentuan penilaian, hasil rata-rata per aspek tersebut dikelompokkan sesuai rentangan nilai berikut yaitu nilai dari -0,8 adalah netral, lalu nilai di bawah 0,8 adalah negatif, dan nilai diatas 0,8 adalah positif. Pada Tabel 4.18 tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata semua butir pertanyaan berkategori positif. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh oleh butir 14 dengan rata-rata 3,0, sedangkan nilai rata-rata terendah terletak pada butir pertanyaan ke-1, 15 dan 20 dengan nilai 2,7. Kemudian untuk varian terendah berada pada butir pertanyaan ke-14 dengan nilai varian 0,0 dengan rata-rata 3,0 (setuju sepenuhnya dengan istilah positif). Secara otomatis pula, butir pertanyaan ke-14 memiliki simpangan baku terendah yaitu bernilai 0,0. lebih lanjut, nilai varian tertinggi terletak pada butir pertanyaan ke-1, 8, 15, 24, 25 dan 26 dengan nilai varian 0,2 dan Secara otomatis pula, butir pertanyaan ke-20 memiliki nilai baku tertinggi dengan nilai 0,5.

Kemudian, pada tahap ini juga diperoleh hasil rata-rata dan varian tiap aspek UEQ secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19

Hasil Rata-rata dan Varian tiap Aspek UEQ

UEQ Scales (Mean and Variance)		
Daya tarik	2,852	0,05
Kejelasan	2,893	0,06
Efisiensi	2,779	0,06
Ketepatan	2,843	0,06
Stimulasi	2,871	0,07
Kebaruan	2,829	0,08

Berdasarkan Tabel 4.19 tersebut menunjukkan bahwa rata-rata semua aspek UEQ bernilai positif dengan nilai rata-rata tertinggi terletak pada aspek Kejelasan dengan nilai rata-rata 2,893, kemudian disusul oleh aspek Stimulasi dengan nilai 2,871, Daya tarik dengan nilai 2,852, Ketepatan dengan nilai 2,843, Kebaruan dengan nilai 2,829, dan Efisiensi dengan nilai rata-rata terendah yaitu 2,779. Kemudian nilai varian terendah diarahi oleh aspek Daya tarik dengan nilai 0,05, yang kemudian di susul aspek Kejelasan dengan nilai 0,06, Efisiensi dengan nilai 0,06, Ketepatan dengan nilai 0,06, Stimulasi dengan nilai 0,07, dan Kebaruan dengan nilai varian tertinggi yaitu 0,08. Hasil ini menunjukkan bahwa product website MuBuAr memiliki kesan yang positif dengan pandangan responden yang sebagian besar sama.

4.1.7.3 Hasil Tahap Set Data Benchmark

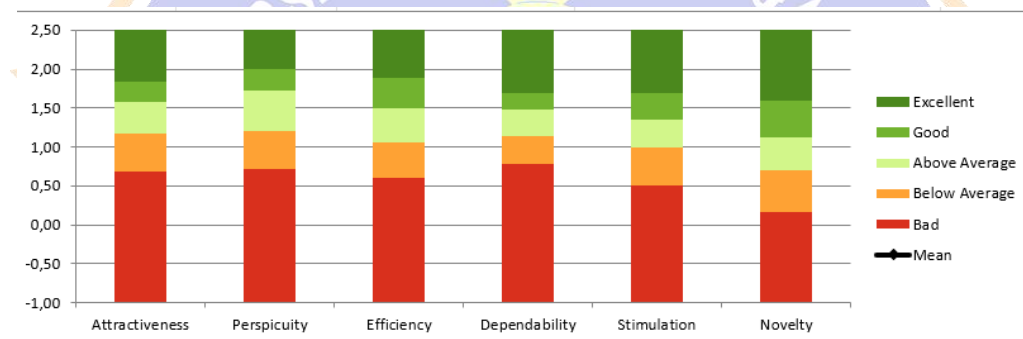
Tahap Terakhir dalam pengolahan data hasil respons pengguna menggunakan UEQ adalah tahap set data benchmark berikut ini. Pada tahap ini bertujuan untuk menggambarkan kualitas product website MuBuAR. Nilai rata-rata tiap aspek dibandingkan dengan menggunakan benchmark UEQ. Adapun hasil benchmark UEQ terhadap website MuBuAR dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20

Hasil Benchmark UEQ terhadap Website MuBuAR

Scale	Mean	Comparisson 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 4. 18

Grafik Benchmark UEQ terhadap Website MuBuAR

(Sumber: Dokumen Peneliti)

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ), website MuBuAR memperoleh kategori “**Excellent**” pada seluruh aspek penilaian. Aspek **Perspicuity** atau kejelasan mendapatkan nilai tertinggi yaitu 2,89 yang menunjukkan bahwa website sangat mudah digunakan dan dipahami oleh pengguna. Aspek **Stimulation** memperoleh nilai 2,87 yang mencerminkan bahwa website mampu memberikan pengalaman yang menyenangkan dan memotivasi

pengguna dalam mengeksplorasi konten. Aspek **Attractiveness** memiliki nilai 2,85, menandakan bahwa tampilan dan pengalaman keseluruhan website menarik bagi pengguna. Aspek **Dependability** memperoleh nilai 2,84 yang menunjukkan bahwa website memiliki tingkat keandalan sistem yang baik dan memberi pengguna kendali dalam berinteraksi. Aspek **Novelty** mendapatkan nilai 2,83 yang menunjukkan bahwa website dipandang inovatif sebagai media pengenalan benda sejarah dengan teknologi AR. Sementara itu aspek **Efficiency** memperoleh nilai terendah yaitu 2,78, namun tetap berada dalam kategori “**Excellent**”, yang berarti website cukup efisien meskipun masih memiliki ruang untuk peningkatan. Dengan capaian nilai tersebut serta berhasil masuk dalam 10% produk terbaik dari seluruh dataset UEQ, dapat disimpulkan bahwa website MuBuAR mendapat respons yang sangat baik dan layak digunakan sebagai media pengenalan benda sejarah di Museum Buleleng.

4.2 PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan media pengenalan benda sejarah museum Buleleng berbasis web-based augmented reality menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC), telah menghasilkan produk yang digunakan sebagai pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik bagi pengunjung. Dengan AR, koleksi museum dapat ditampilkan disertai informasi tambahan berupa teks, gambar 3D, maupun video hanya dengan menggunakan website MuBuAR.. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk yang menjadi solusi dari permasalahan yang ada. Oleh karena itu, metode Research and Development (R&D) dipilih dalam penelitian ini merupakan hal tepat karena merupakan penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut

(Sugiyono., 2013) Penggunaan Research and Development (R&D) pada penelitian ini didukung dengan metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC), memungkinkan pengembangan perangkat lunak dalam waktu yang singkat dengan hasil yang lebih adaptif, pada penelitian ini pengguna mengkhusus melalui tahapan Concept (Pengkonsepan), Design (Perancangan), Material Collecting (Pengumpulan Bahan), Assembly (Pembuatan), Testing (Pengujian), dan Distribution (Distribusi) (Sutopo, 2003).

Pada tahap awal penelitian pengembangan media pengenalan benda sejarah museum buleleng berbasis web-based augmented reality (AR) menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) dilakukan tahap Concept (Pengkonsepan) untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem yang diperlukan dalam pengembangan produk penelitian ini. pada tahap ini harus sudah terkonsepkan secara jelas meliputi tujuan pengembangan produk, audiens yang dituju, jenis produk, dan penentuan spesifikasi luaran secara umum (Fahmizher & Hartono, 2023). Pada tahap ini, telah ditetapkan bahwa dilaksanakan pengembangan produk berkonsep website MuBuAR Augmented Reality (AR) yang menampilkan visualisasi tiga dimensi setipa benda sejarah Musuem buleleng yang dapat diakses setiap saat dengan pengemasan media yang menarik dan efektif. Teknologi ini dipilih karena mampu menghadirkan integrasi antara dunia nyata dengan elemen digital secara langsung. Dengan demikian, pengguna dapat merasakan pengalaman yang seolah-olah menyatu, di mana objek fisik yang ada di sekitar diperkuat dengan tambahan informasi visual, audio, maupun interaktif berbasis digital. Proses penyatuan ini terjadi secara realtime, sehingga menciptakan kesan yang lebih hidup, interaktif,

dan mendekatkan pengguna pada pemahaman konten yang disajikan. (Doerner & Horst, 2022); (A. G. , Putra et al., 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (Dinata et al., 2023) bahwa AR dapat berperan penting dalam menghadirkan pengalaman visual yang lebih imersif untuk memperkenalkan objek budaya. Oleh karena itu, AR mampu mendorong proses belajar aktif dengan membuat pengguna terlibat langsung dalam menemukan informasi. Visualisasi konten yang menarik menjadikan pembelajaran sejarah lebih berkesan sekaligus menambah wawasan pengguna secara efektif. (Sulistianingsih & Kustono, 2022).

Tahapan kedua penelitian ini adalah Design (Perancangan) di mana pada tahap ini dilakukan beberapa proses perancangan sistem, seperti perancangan penilaian, perancangan use case diagram, activity diagram, lowchart dan user interface. Hasil use case diagram pada penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran terkait hubungan antara actor (pengguna) digunakan untuk menggambarkan berbagai fungsi yang terdapat dalam suatu sistem serta aktor yang berinteraksi atau memiliki akses terhadap fungsi-fungsi tersebut. Hasil perancangan tampilan atau antarmuka memiliki peran penting sebagai acuan awal yang nantinya dijadikan pedoman dalam proses pengembangan aplikasi hingga tahap akhir penyelesaian. (Rosiana et al., 2023). (Setiawansyah & Rustam, 2022); (Faisal & Riti, 2023).

Tahapan ketiga penelitian ini adalah Material Collecting (Pengumpulan Bahan) yang berfungsi untuk mengidentifikasi sekaligus menghimpun berbagai elemen pendukung sesuai kebutuhan pengembangan produk, serta tahap Assembly (Pembuatan) yang berfokus pada proses penciptaan dan penyusunan elemen produk. Kedua tahap ini bersifat fleksibel karena dapat dijalankan secara berurutan

maupun bersamaan, tergantung pada kondisi pengembangan (Singgih & Kurniawan, 2024). Apabila dijalankan secara berurutan, maka pengumpulan bahan dilakukan terlebih dahulu, baru kemudian dilanjutkan dengan tahap pembuatan atau pengintegrasian. Tahapan peneliti sudah memperoleh bahan berupa informasi Sejarah muaeum buleleng, dokumentasi foto, dan backsound, maka elemen-elemen tersebut dapat langsung dimanfaatkan untuk mendukung sekaligus menjadi bagian utama dalam produk augmented reality (AR). Fleksibilitas dalam tahap pengumpulan bahan dan pembuatan, yang dapat dijalankan baik secara berurutan maupun bersamaan, juga terlihat pada penelitian berjudul “Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking” yang menerapkan proses pengembangan serupa dengan penelitian ini (Nazilah & Ramdhan, 2021) .

Tahapan penelitian ini adalah testing, yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan melalui uji blackbox, uji ahli isi, uji ahli media dan responden. Pada uji blackbox dilakukan dengan mengevaluasi kebenaran proses berdasarkan aspek penilaian pada uji blackbox terhadap website MuBuAR meliputi unsur kebenaran proses pada fitur-fitur di halaman utama, tentang pengembang, panduan AR, kamera AR, dan profil AR. Dengan hasil yang sudah sesuai pada uji blackbox ini, dapat dipastikan bahwa produk bisa dijalankan dan tidak ada kesalahan (Fahmizher & Hartono, 2023).

Uji ahli isi yang menilai aspek navigasi, tampilan, dan audio menunjukkan bahwa website MuBuAR masuk kategori “Tinggi” dengan kriteria “Valid”.

Namun, kedua penilai memberikan masukan agar dilakukan perbaikan, sehingga produk dinyatakan layak digunakan setelah revisi dan selanjutnya diperbaiki sesuai saran yang diberikan. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan produk terlebih dahulu sesuai saran penilai 1 maupun penilai 2. Berkaitan animasi pertempuran pada website MuBuAR kualitas animasi yang ditampilkan memiliki peran penting dalam menghadirkan respon visual yang baik.

Pada tahap uji ahli isi tahap II menunjukkan bahwa kedua ahli sepakat produk website MuBuAR layak untuk digunakan. Berdasarkan perhitungan menggunakan mekanisme validitas Gregory, tingkat validitas isi pada produk website MuBuAR dikategorikan **“Sangat Tinggi”** dengan kriteria **“Sangat Valid”**. Aspek yang dinilai dalam uji ahli ini meliputi kesesuaian materi, ketepatan penggunaan bahasa, serta kualitas visualisasi. Tahap uji ahli menjadi bagian penting dalam penelitian pengembangan, karena memastikan kualitas konten yang disajikan tetap akurat, relevan, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai (Ginayah et al., 2024). Oleh karena itu, tahap ini berperan dalam meminimalisasi kesalahan sebelum produk diluncurkan sebagai upaya mengurangi risiko adanya revisi di kemudian hari

Uji ahli media yang menilai aspek navigasi, tampilan, dan audio menunjukkan bahwa website MuBuAR masuk kategori **“Tinggi”** dengan kriteria **“Valid”**. Namun, kedua penilai memberikan masukan agar dilakukan perbaikan, sehingga produk dinyatakan layak digunakan setelah revisi dan selanjutnya diperbaiki sesuai saran yang diberikan. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan produk terlebih dahulu sesuai saran penilai 1 maupun penilai 2. Berkaitan animasi pertempuran pada website MuBuAR kualitas animasi yang ditampilkan memiliki

peran penting dalam menghadirkan respon visual yang baik bagi pengguna ketika berinteraksi dengan fitur website sehingga dapat menciptakan pengalaman penggunaan yang lebih menarik dan berkesan (Melati et al., 2023).

Pada uji ahli media tahap II, kedua ahli menyatakan website MuBuAr layak digunakan tanpa revisi. Hasil perhitungan validitas dengan metode Gregory juga menunjukkan kualifikasi **“Sangat Tinggi”** dengan kriteria **“Sangat Valid”**. Dengan demikian, berdasarkan uji ahli isi maupun media, website MuBuAR dinyatakan sangat valid dan layak digunakan tanpa revisi. Setelah dinyatakan layak digunakan, tahap Distribution (Distribusi) dilakukan dengan menyimpan sekaligus mempublikasikan website yang sudah di hosting dan siap oleh pengguna sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses website selama terhubung ke internet (Salsabila & Syarif, 2022).

Untuk mengetahui tanggapan pengguna, dilakukan uji respons menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ), yaitu metode pengukuran kualitas sistem berdasarkan pengalaman pengguna melalui enam aspek: Attractiveness, Efficiency, Perspicuity, Dependability, Stimulation, dan Novelty (Kresnanto et al., 2020). Instrumen ini terdiri dari 26 pertanyaan dengan skala penilaian 1–7, yang disusun secara acak untuk memberikan analisis komprehensif terhadap pengalaman pengguna (Schrepp, 2023).

Uji respons pengguna terhadap produk website MuBuAR melibatkan 35 responden yang terdiri atas pengunjung Museum Buleleng yang telah mencoba langsung website tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata seluruh aspek UEQ berada pada kategori positif, dengan nilai tertinggi pada aspek

Kejelasan, kemudian diikuti oleh Stimulasi, Daya Tarik, Ketepatan, Kebaruan dan Efisiensi sebagai aspek dengan nilai rata-rata terendah. Hal ini sejalan dengan pengelompokan nilai pada UEQ, di mana skor antara -0,8 hingga 0,8 termasuk netral, skor di bawah -0,8 negatif, dan skor di atas 0,8 positif (Schrepp, 2023). Nilai rata-rata yang positif ini menandakan bahwa website MuBuAR memberikan kesan yang baik di semua aspek, dengan Daya Tarik sebagai aspek yang paling menonjol. Berdasarkan perbandingan dengan benchmark UEQ, website MuBuAR Berdasarkan hasil pengujian menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ), website MuBuAR memperoleh kategori “**Excellent**” (Unggul) pada semua aspek penilaian. Nilai rata-rata tertinggi terdapat pada aspek **Perspicuity** (Kejelasan) sebesar 2,89, yang menunjukkan bahwa pengguna merasa website MuBuAR sangat mudah dipahami dan dioperasikan, baik dari segi tampilan, navigasi, maupun petunjuk penggunaan fitur AR. Aspek **Stimulation** (Stimulasi) memperoleh nilai 2,87, menandakan bahwa pengguna merasa termotivasi dan tertarik untuk terus berinteraksi dengan website karena pengalaman penggunaan yang menyenangkan dan interaktif. Selanjutnya, aspek **Attractiveness** (Daya Tarik) dengan nilai 2,85 menggambarkan bahwa desain tampilan dan kesan visual website dinilai sangat menarik serta memberikan pengalaman positif bagi pengguna. Pada aspek **Dependability** (Ketepatan), website MuBuAR memperoleh nilai 2,84, yang berarti sistem dinilai andal dan stabil saat digunakan, serta fitur-fitur AR dapat berfungsi dengan baik tanpa kendala berarti. Sementara itu, aspek **Novelty** (Kebaruan) dengan nilai 2,83 menunjukkan bahwa pengguna menganggap MuBuAR sebagai media yang inovatif dan memberikan pengalaman baru dalam mengenal benda sejarah melalui teknologi Web-AR. Terakhir, aspek **Efficiency** (Efisiensi)

memperoleh nilai 2,78, meskipun menjadi nilai terendah di antara aspek lainnya, masih termasuk kategori **“Excellent”**, menandakan bahwa website telah efisien dalam menampilkan informasi dan menjalankan fungsi AR, meskipun masih dapat dioptimalkan dari segi kecepatan pemuatan atau performa di perangkat tertentu.

Secara keseluruhan, hasil UEQ menunjukkan bahwa website MuBuAR termasuk dalam 10% produk terbaik dari seluruh dataset UEQ (Schrepp, 2023), yang berarti kualitas pengalaman pengguna berada pada tingkat yang sangat tinggi dan sebanding dengan produk digital unggulan lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa website MuBuAR mendapatkan respons yang sangat positif dari pengunjung Museum Buleleng serta layak digunakan sebagai media pengenalan benda sejarah yang menarik, interaktif, dan inovatif.

Berdasarkan hasil-hasil proses pengembangan dan pengujian yang telah dilakukan, website MuBuAR sebagai produk Augmented Reality (AR) benda sejarah museum buleleng memiliki keunggulan dalam kemampuan menampilkan visualisasi tiga dimensi tiap-tiap benda sejarah, mencantumkan informasi pendukung tiap benda yang disajikan berbasis teks serta audio secara kolaboratif. Pemanfaatan teknologi AR dalam mensosialisasikan keberadaan dan sejarah benda sejarah ini juga menciptakan pengalaman pengguna yang lebih menarik dan interaksi yang tinggi dengan objek virtual. Pengguna yang difasilitasi untuk memindai marker yang tersedia di sekitar museum buleleng. Hal ini tidak semata-mata hanya untuk menarik perhatian, tetapi sebagai salah satu upaya dalam meningkatkan pemahaman dan apresiasi terhadap sejarah yang ada di museum buleleng.