

Penerapan *Markerless Augmented Reality* Berbasis Web (WebAR) Pada Aplikasi Web *E-Commerce* Furnitur

Fairuz Zamrody¹, Andi Iwan Nurhidayat²

Manajemen Informatika, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

¹fairuz.19056@mhs.unesa.ac.id

²andinurhidayat@unesa.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi dan tren belanja daring membuka peluang bagi bisnis furnitur untuk mengadopsi teknologi *e-commerce*. Saat ini, visualisasi produk furnitur dalam *e-commerce* biasanya terbatas pada gambar statis, yang cenderung kurang menarik dan informatif. *Augmented Reality* (AR) menawarkan solusi untuk menampilkan produk furnitur dalam bentuk 3D yang interaktif. Namun, AR biasanya terbatas pada perangkat Android dan iOS dengan spesifikasi tertentu, serta berbasis aplikasi yang memerlukan ruang penyimpanan besar dan proses instalasi. WebAR hadir sebagai solusi *mobile AR* yang lebih mudah diakses tanpa instalasi, ringan, fleksibel, dan kompatibel dengan Android dan iOS, meskipun tidak kompatibel dengan laptop atau komputer. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *markerless WebAR* dalam *e-commerce* furnitur dan menyediakan alternatif visualisasi produk bagi perangkat pengguna yang tidak mendukung AR. Metode yang digunakan adalah Waterfall, dengan pengujian sistem *e-commerce* menggunakan metode *black box*, dan pengujian AR melalui empat skenario pada *smartphone* Android dan iOS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *markerless WebAR* dapat diimplementasikan dengan sukses dalam *e-commerce* furnitur, dengan tingkat keberhasilan 100% untuk sistem *e-commerce* dan 86% untuk AR pada *smartphone* Android dan iOS, serta berfungsi pada permukaan datar dan dinding. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan WebAR dalam *e-commerce* furnitur dapat menjadi solusi visualisasi produk 3D yang interaktif dan menarik, serta dapat dimanfaatkan oleh pelaku bisnis furnitur melalui perkembangan teknologi.

Kata Kunci— *Markerless, Augmented Reality* Berbasis Web (WebAR), *E-Commerce*, Furnitur, WebXR.

Abstract— The advancement of technology and the trend of online shopping present significant opportunities for the furniture industry to adopt *e-commerce* technologies. Currently, product visualization in *e-commerce* is typically limited to static images, which tend to be less engaging and informative. *Augmented Reality* (AR) offers a solution by enabling interactive 3D visualization of furniture products. However, AR is usually confined to specific Android and iOS devices and relies on applications that require substantial storage space and installation processes. WebAR emerges as a more accessible *mobile AR* solution that requires no installation, is lightweight, flexible, and compatible with both Android and iOS devices, although it is not compatible with laptops or computers. This study aims to implement *markerless WebAR* in furniture *e-commerce* and provide alternative product visualization for users whose devices do not support AR. The Waterfall methodology is employed, with *e-commerce* system testing conducted using the *black box* method and AR testing through four scenarios on Android and iOS smartphones. The results indicate that *markerless WebAR* can be successfully implemented in furniture *e-commerce*, achieving a 100% success rate for the *e-commerce* system and 86% for AR on Android and iOS smartphones, functioning effectively on flat surfaces and walls. This research demonstrates that implementing

WebAR in furniture *e-commerce* can offer an interactive and engaging 3D product visualization solution, benefiting furniture businesses through technological advancements.

Keywords— *Markerless, Web-based Augmented Reality* (WebAR), *E-Commerce*, Furniture, WebXR.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menyebabkan perubahan kebiasaan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga terdapat pola baru [1]. Pola baru seperti belanja daring menjadi peluang yang dapat dimanfaatkan oleh pelaku bisnis furnitur. Guna menunjang fungsi katalog penjualan, diperlukan teknologi yang dapat menampilkan furnitur dalam bentuk tiga dimensi di dunia nyata [2]. Hadirnya teknologi *augmented reality* (AR) dapat menjawab permasalahan tersebut dan membuat *e-commerce* lebih menarik [3].

Augmented reality (AR) berperan penting dan meningkatkan daya tarik *e-commerce* dengan memberikan pengalaman belanja interaktif [4]. AR pada *e-commerce* dapat membantu konsumen memvisualisasikan produk 3D secara virtual di rumah mereka sebelum memutuskan untuk membelinya [5]. Ada dua metode AR yang sering digunakan yaitu *marker* membutuhkan penanda dan *markerless* tidak membutuhkan penanda guna menampilkan objek virtual [6]. Dengan *Markerless* memungkinkan objek virtual muncul tanpa penanda, membuatnya lebih fleksibel [7]. AR yang banyak diterapkan yaitu berbasis aplikasi *mobile* memiliki kekurangan [8].

Meskipun banyak diterapkan, AR berbasis aplikasi *mobile* memiliki beberapa kekurangan, seperti membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, memerlukan proses instalasi terlebih dahulu untuk dapat digunakan, dan terbatas pada satu platform saja [9]. Faktor tersebut menyebabkan AR berbasis aplikasi memiliki tingkat fleksibilitas yang rendah [10]. Hadirnya *augmented reality* berbasis web (WebAR) termasuk dalam lingkungan WebXR yang merupakan perkembangan terbaru teknologi AR [11]. WebAR merupakan solusi *mobile AR* yang menarik karena mudah diakses, ringan, mudah disebar, fleksibel, dan kompatibel dengan perangkat Android dan iOS [12]. Dalam dekade terakhir, AR telah menjadi topik populer dan bermanfaat di berbagai bidang [13].

Augmented Reality (AR) telah menjadi topik populer dalam dekade terakhir dan memberikan dampak positif, salah satunya dalam bisnis [14]. Penerapan AR dalam bisnis diklaim memberikan keuntungan dengan meningkatkan *customer engagement* dan niatan membeli produk [15]. AR membantu meningkatkan keterlibatan dan kepercayaan konsumen

terhadap produk [16]. AR memberikan pengalaman yang interaktif dan menyenangkan bagi konsumen saat mengenali produk [17]. AR membuat konsumen lebih tertarik dan yakin untuk membeli suatu produk [18]. Bahkan penerapan AR pada furnitur dapat membantu pembeli memvisualisasikan furnitur secara interaktif di rumah mereka, sehingga menghemat waktu dan membantu membuat keputusan pembelian yang lebih tepat [19].

Meskipun demikian, katalog *e-commerce* furnitur umumnya hanya memvisualisasikan produk furnitur dengan gambar statis. Tidak semua perangkat *mobile* dapat menggunakan AR [20]. Perangkat Android yang dapat menjalankan AR, yaitu Android 7.0 (Nougat) atau lebih baru yang mendukung ARCore yang memiliki kamera, sensor akselerometer, sensor cahaya, giroskop, dan sensor lainnya serta perangkat iOS yang menjalankan iOS 11 atau lebih baru yang mendukung ARKit [21]. WebAR tidak dapat diakses di laptop atau komputer karena hanya dapat diakses pada perangkat yang mendukung ARCore untuk Android dan ARKit untuk iOS [22].

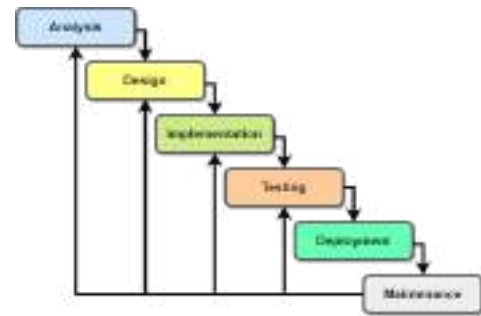
Augmented reality berbasis web (WebAR) pernah diterapkan untuk menampilkan bangunan bersejarah lawang sewu Semarang [23]. Penelitian tersebut mendapatkan respon positif dan merekomendasikan penerapan WebAR karena dapat diakses tanpa perlu mengunduh, sehingga menarik untuk digunakan kembali. Kemudian ada beberapa penelitian lain yakni untuk mendukung penjualan furnitur [24], Katalog Toko Sampurna mebel [25], katalog Toko Mutiara Furnitur [26], katalog mebel Kompas Jati Jepara [27], AR untuk *e-commerce* khusus tas perempuan [28], untuk mengatasi masalah dalam promosi furniture secara digital [29]. Beberapa penelitian lain tersebut menghasilkan aplikasi AR berbasis aplikasi *mobile* menggunakan Vuforia dan Unity.

E-commerce ini akan mengimplementasikan WebAR dalam satu platform yang mudah diakses tanpa memerlukan instalasi, menggunakan Google ARCore untuk Android dan ARKit untuk iOS dengan bahasa *Javascript*. Dibandingkan dengan Vuforia, teknologi WebAR ini memiliki keunggulan dalam hal fitur dan dukungan *smartphone* yang lebih luas, sehingga memberikan nilai tambah. Aplikasi ini menyediakan visualisasi 3D interaktif yang dapat berinteraksi dengan gerakan mouse atau sentuhan layar, sebagai alternatif bagi pengguna yang tidak dapat menggunakan AR atau mengaksesnya melalui laptop atau komputer. AR dalam aplikasi ini juga dapat menampilkan dimensi dan mengubah warna model 3D tanpa perlu melakukan render ulang di *software* 3D, menjadikannya lebih efisien. Selain itu, AR ini dapat memposisikan model 3D furnitur tidak hanya pada lantai tetapi juga pada dinding, terutama untuk jenis furnitur dinding. Aplikasi ini juga mendukung penambahan produk dan kategori, serta menggunakan Midtrans sebagai *payment gateway* dalam mode *sandbox* untuk simulasi pembayaran. Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan dapat meningkatkan fungsi katalog penjualan pada *e-commerce* furnitur.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan untuk membangun aplikasi *e-commerce* furnitur dengan WebAR.

Tahapan ini didasarkan pada metode pengembangan aplikasi *Waterfall*, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar. 1 Model Waterfall

Metode pengembangan ini merumuskan proses pengembangan aplikasi sesuai dengan tahapan-tahapan yang diperlukan. Setiap tahap memberikan input secara berurutan untuk tahap berikutnya sampai seluruh proses selesai [30]. Penjelasan terperinci mengenai setiap tahap dijelaskan di bawah ini :

A. Analysis

Tahap ini adalah tahap pertama dalam pengembangan aplikasi. Proses diawali dengan analisis kebutuhan lalu menentukan seluruh kebutuhan sistem dan kebutuhan perangkat lunak.

- 1) *Analisis Kebutuhan* : Analisis kebutuhan diperlukan untuk menentukan bagaimana kebutuhan yang akan dipenuhi oleh aplikasi dalam memecahkan permasalahan yang terjadi.

Analisis kebutuhan pengunjung meliputi :

- a. Penjelajahan beragam pilihan kategori dan produk furnitur.
- b. Pengalaman belanja imersif dengan teknologi 3D dan AR.
- c. Proses registrasi untuk menjadi pelanggan.

Analisis kebutuhan pelanggan meliputi :

- a. *Login* ke *e-commerce* dengan email dan kata sandi yang sudah terdaftar.
- b. Penjelajahan beragam pilihan kategori dan produk furnitur.
- c. Pengalaman belanja imersif dengan teknologi 3D dan AR.
- d. Pelanggan dapat memasukkan, mengubah kuantitas serta menghapus produk pada keranjang.
- e. Pelanggan mengakses riwayat transaksi dan mengubah informasi pribadi.
- f. Pelanggan dapat melakukan pembelian produk, memilih metode pembayaran dan mendapatkan *invoice* setelah melakukan pembayaran.
- g. Pelanggan dapat memberikan penilaian dan ulasan setelah membeli produk.

Analisis kebutuhan admin meliputi :

1. Admin dapat melakukan login.
2. Fitur *live preview*, yakni admin dapat melihat langsung tampilan 3D interaktif dan *Augmented Reality* (AR) sebelum menyimpan produk. Selain itu, admin juga dapat menghapus, mengarsipkan data produk, kategori, dan program *Flash Sale*.
3. Admin dapat melihat transaksi pelanggan belum bayar, lunas (juga dapat melihat dan mengirim *invoice* pesanan via email), dibatalkan.
4. Admin dapat melihat dan dapat mengirim hasil laporan via email.
5. Admin dapat mengubah data diri, menambah admin, menghapus akun admin dan pelanggan.

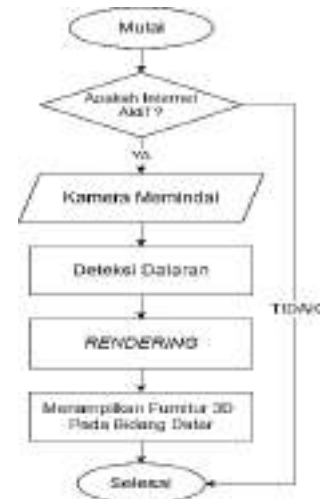
Sedangkan analisis kebutuhan sistem meliputi :

1. Aplikasi *e-commerce* dapat diakses di semua browser.
 2. Pengguna dapat menjalankan AR pada *smartphone* dan tablet yang mendukung ARCore (Android) dan ARKit (iOS).
 3. Untuk melihat 3D interaktif, pengguna dapat mengaksesnya melalui browser *smartphone* atau desktop.
 4. Untuk pembayaran dalam mode *sandbox*, pelanggan memilih metode pembayaran, menyalin kode yang muncul, lalu membuka simulator.sandbox.midtrans.com. Selanjutnya, pilih metode pembayaran, tempel kode, dan klik "bayar" untuk menyelesaikan simulasi pembayaran.
- 2) *Perangkat Lunak* : Aplikasi ini memerlukan perangkat lunak untuk mendukung AR, dan 3D interaktif. Objek virtual 3D akan dibuat menggunakan Blender. Aplikasi ini juga memerlukan tempat penyimpanan objek 3D yang telah diimplementasikan di Blender, yaitu situs Glitch.com, yang menyediakan *cloud storage* untuk mengubah objek 3D menjadi tautan untuk keperluan AR dan 3D interaktif. Selain itu, aplikasi ini menggunakan Ngrok untuk mengakses aplikasi lokal melalui internet, yang diperlukan untuk pengujian AR melalui *smartphone*.
- 3) *Gambar produk* : Pengumpulan data dilakukan melalui internet dengan mengunduh gambar-gambar dari situs penyedia gambar dengan lisensi *Creative Commons Attribution* (CC BY). Gambar tersebut klasifikasi menjadi dua jenis, yaitu produk dataran dan produk dinding. Data gambar tersebut akan digunakan sebagai input dalam aplikasi Blender untuk menghasilkan model 3D yang akan digunakan untuk aset *Augmented reality* (AR) dan 3D interaktif pada aplikasi *e-commerce* furnitur.

B. Design

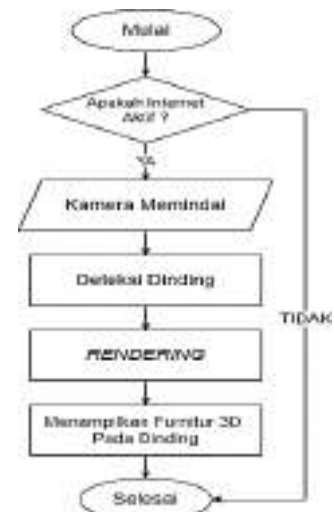
Tahap Desain, atau dikenal sebagai tahap perancangan, adalah fase di mana proses perancangan aplikasi dilakukan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada tahap awal. Rancangan ini akan menjadi pedoman utama dalam pengembangan aplikasi sebelum diimplementasikan ke dalam kode pemrograman, yang mencakup :

- 1) *Flowchart Sistem Pemindaian AR Pada Dataran* : Diagram alur berikut menggambarkan proses sistem pemindaian AR dengan metode *Markerless* yang diterapkan di aplikasi *e-commerce* furniture pada permukaan datar.



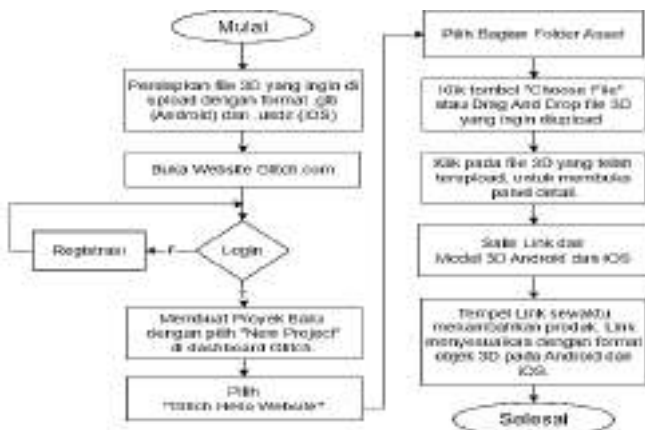
Gambar. 2 Flowchart Sistem Pemindaian AR Pada Dataran

- 2) *Flowchart sistem pemindaian AR pada permukaan dinding* : Diagram alur berikut menggambarkan proses sistem pemindaian AR dengan metode *Markerless* yang diterapkan di aplikasi *e-commerce* furniture pada permukaan dinding.



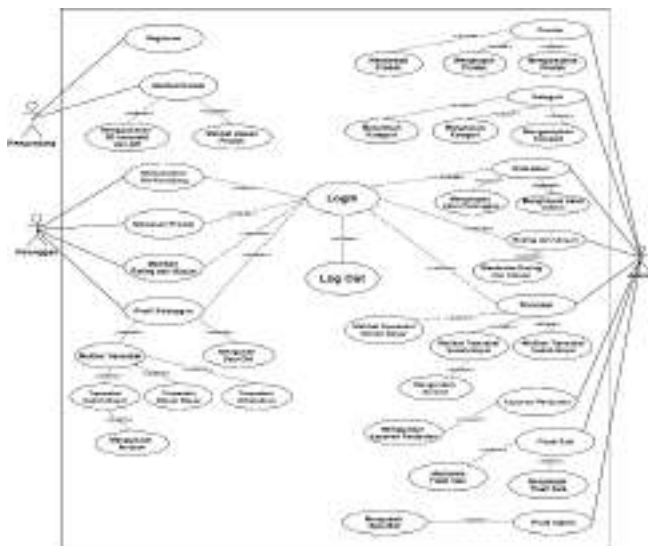
Gambar. 3 Flowchart Sistem Pemindaian AR Pada Dinding

- 3) *Flowchart Mengunggah File 3D Ke Glitch* : Diagram alur berikut menggambarkan proses menunjukkan langkah-langkah admin dalam mengunggah file 3D ke Glitch.



Gambar. 4 Flowchart Upload 3D Pada Glitch

- 4) *Diagram Kasus Pengguna* : Berikut merupakan penggambaran diagram kasus penggunaan pada penelitian ini.



Gambar. 5 Diagram Kasus Pengguna

5) Implementation

Pada tahap implementasi, hasil perancangan dari tahap desain diimplementasikan. Berdasarkan analisis pada tahap pertama, terdapat beberapa langkah dalam proses implementasi yang meliputi :

- A. *Implementasi E-Commerce* : Pengembangan aplikasi *e-commerce* ini menggunakan kerangka kerja Bootstrap untuk tampilan depan (*front-end*) dan Laravel (*back-end*). Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *JavaScript* dan *PHP*, basis data

HeidiSQL. Kemudian untuk integrasi pembayaran, menggunakan layanan Midtrans mode *sandbox*.

- B. *Implementasi Pada Blender* : Hasil pengumpulan data gambar furnitur digunakan sebagai referensi untuk membuat model 3D menggunakan aplikasi Blender.

- C. *Implementasi Pada Situs Glitch* : Setelah proses modeling selesai, model-model 3D ini kemudian diunggah ke platform Glitch. Situs Glitch digunakan sebagai tempat menyimpan model-model 3D yang telah dibuat dan menghasilkan sebuah tautan Link.

- D. *Implementasi 3D Interaktif dan AR pada e-commerce* : Implementasi 3D interaktif dan AR dengan menggunakan library *Three.js* dan *Model-Viewer*. Bahasa yang digunakan adalah bahasa pemrograman *Javascript*.

E. Testing

Tahap pengujian pada penelitian ini terbagi menjadi dua pengujian yaitu pengujian AR dan *e-commerce*. Pengujian *e-commerce* menggunakan metode *black box* dengan menjalankan semua fungsi aplikasi dan memberikan kesimpulan apakah setiap fungsi berjalan atau tidak. Pengujian AR dilakukan pada Android dan iOS, terbagi menjadi dataran dan dinding. Pengujian dilakukan pada empat skenario yakni jarak, sudut, ketinggian, dan orientasi [31].

F. Deploying

Tahap perilis pada penelitian ini digunakan untuk mengakses fitur *Augmented Reality* (AR) pada *smartphone*. Namun, peluncuran aplikasi ini tidak dilakukan secara menyeluruh. Aplikasi ini hanya dirilis secara terbatas secara lokal sebagai bahan pengujian saja menggunakan Ngrok. Berdasarkan uraian diatas, dalam konteks penelitian ini, tidak ada pengguna lain yang terlibat selain pengembang sebagai peneliti.

G. Maintenance

Tahap Maintenance adalah fase yang berfokus pada perbaikan dan perawatan aplikasi, terutama saat terdapat masalah yang menghambat kinerja aplikasi, terutama saat aplikasi pertama kali digunakan dalam tahap pengujian. Tahap maintenance penelitian ini digunakan untuk menyesuaikan kekurangan aplikasi mengikuti pengujian ulang dan sesuai harapan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi *e-commerce* furnitur berbasis dengan menerapkan *Augmented reality berbasis web* (WebAR) metode *Markerless* dengan hasil dan pembahasan sebagai berikut :

A. Hasil Implementasi Antarmuka Aplikasi

1) Halaman Beranda



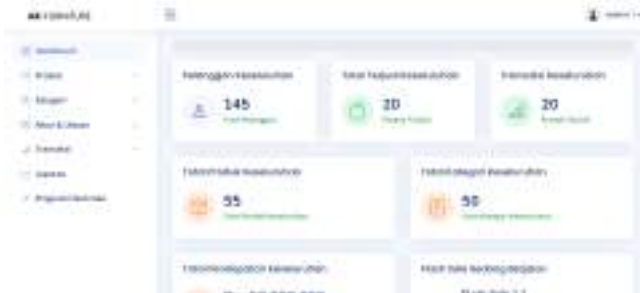
Gambar. 6 Tampilan Halaman Beranda

2) Halaman Detail Produk



Gambar. 7 Tampilan Halaman Detail Produk

3) Halaman Dashboard Admin



Gambar. 8 Tampilan Halaman Dashboard Admin

B. Hasil Implementasi Objek 3D

TABEL I
FURNITUR DATARAN

No	Nama Objek	Sumber	Dimensi Objek 3D (cm)	Objek 3D
1.	Kursi Sandar Berlangan	Image by Article on Pinterest.	Panjang : 67 cm Lebar : 63 Tinggi : 77 cm	
2.	Sofa CasRet 2 Seater	Image by joybird on Pinterest.	Panjang : 209 cm Lebar : 93 cm Tinggi : 81 cm	
3.	Meja Linate Extendable Dining	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 195 cm Lebar : 90 cm Tinggi : 75 cm	
4.	Lemari Laci 5 Susun	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 70 cm Lebar : 47 cm Tinggi : 115 cm	

TABEL II
FURNITUR DINDING

No	Nama Objek	Sumber	Dimensi Objek 3D (cm)	Objek 3D
1.	Rak Buku Kayu bentuk Rumah	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 120 cm Lebar : 35 cm Tinggi : 210 cm	
2.	Cermin Crimson	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 70 cm Lebar : 5 cm Tinggi : 100 cm	
3.	Cermin Dual Tone	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 95 cm Lebar : 28 cm Tinggi : 180 cm	
4.	Kabinet Penyimpanan Dinding	Image by Commune on Pinterest.	Panjang : 120 cm Lebar : 45 cm Tinggi : 40 cm	

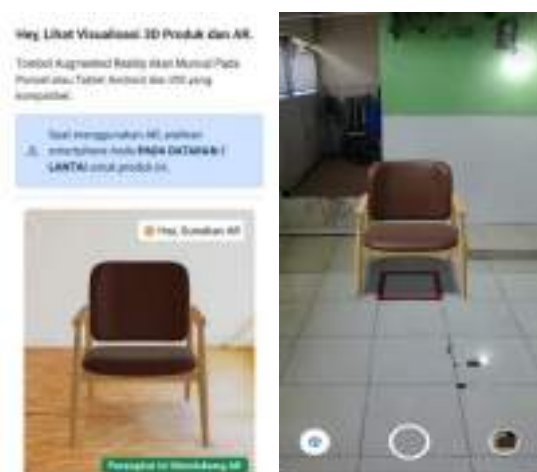
C. Hasil Implementasi 3D interaktif dan AR

Pada penelitian ini, terdapat empat implementasi 3D interaktif dan AR :

- 1) Tanpa varian dan dimensi,
- 2) Hanya menggunakan varian,
- 3) Hanya menggunakan dimensi,
- 4) Menggunakan varian dan dimensi.

AR tanpa varian dan dimensi menggunakan *stock scene* yang menggunakan *scene* bawaan dari *engine* AR masing-masing *smartphone* namun tidak mendukung fitur varian dan dimensi, akan tetapi dapat berjalan tanpa menggunakan Ngrok serta terdapat fitur memotret dan merekam saat menggunakan AR. Kemudian AR yang menggunakan varian, menggunakan dimensi, serta menggunakan varian dan dimensi menggunakan *custom scene* yang mendukung fitur dimensi dan varian. AR *custom scene* memerlukan Ngrok untuk dapat berfungsi dan tidak mendukung fitur memotret dan merekam. Meskipun demikian, AR dengan *stock scene* maupun *custom scene* dapat berfungsi pada permukaan dataran dan dinding. Untuk lebih jelasnya, lihat gambar di bawah :

1) 3D Interaktif Dan AR Dataran Dengan Stock Scene



Gambar. 9 3D Interaktif Dan AR Dataran Dengan Stock Scene

2) 3D Interaktif Dan AR Dinding Dengan Stock Scene



Gambar. 10 Tampilan 3D Interaktif Dan Ar Dinding Dengan Stock Scene

3) 3D Interaktif Dan AR Dataran Fitur Varian Dengan Custom Scene



Gambar. 11 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Dataran Fitur Varian Dengan Custom Scene

4) 3D Interaktif Dan AR Dataran Fitur Varian Dengan Custom Scene



Gambar. 12 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Dinding Fitur Varian Dengan Custom Scene

5) 3D interaktif dan AR dataran fitur dimensi dengan custom scene



Gambar. 13 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Dataran Fitur Dimensi Dengan Custom Scene

6) 3D interaktif dan AR dinding fitur dimensi dengan custom scene



Gambar. 14 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Dinding Fitur Dimensi Dengan Custom Scene

7) 3D interaktif dan AR dinding fitur dimensi dengan custom scene



Gambar. 15 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Fitur Varian Dan Dimensi Dataran Dengan Custom Scene

8) 3D Interaktif Dan AR Dinding Dengan Fitur Varian Dan Dimensi Dengan Custom Scene



Gambar. 16 Tampilan 3D Interaktif Dan AR Dinding Fitur Varian Dan Dimensi Dengan Custom Scene

D. Pengujian Aplikasi

- 1) *Pengujian E-Commerce* : Pengujian aplikasi *e-commerce* ini dilakukan dengan menjalankan seluruh fungsi yang ada di dalam website. Kesimpulan akan diberikan untuk setiap fungsi yang dijalankan, yang menunjukkan apakah itu berhasil atau tidak. Hasil pengujian aplikasi *e-commerce* menggunakan teknik *black box testing* sebagai berikut :

a. Pengujian Pelanggan

TABEL III
HASIL PENGUJIAN BLACKBOX PELANGGAN

No	Item Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil
1.	Registrasi Pengunjung	Sistem berhasil merekam proses registrasi, kemudian sistem akan mengarahkan ke halaman beranda.	Valid
2.	Menambahkan Produk Ke Dalam Keranjang Dari Beranda	Sistem menambahkan produk kekeranjang	Valid
3	Melihat Riwayat Transaksi	Sistem menampilkan daftar transaksi pelanggan.	Valid

b. Pengujian Admin

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN BLACKBOX ADMIN

No	Item Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil
1.	Login Admin	Sistem akan mengarahkan ke halaman beranda.	Valid
2.	Admin Melihat Data Produk	Sistem menampilkan data produk	Valid
3	Admin Menambah Data Produk	Sistem menyimpan data produk kemudian menampilkannya ke aplikasi <i>e-commerce</i>	Valid

2) Pengujian Augmented Reality

- A. *Spesifikasi Perangkat Pengujian AR* : Pengujian akan dilakukan pada dua *smartphone*, yaitu *smartphone* (Android) dan *smartphone* (iOS). Berikut adalah spesifikasi keduanya:

Spesifikasi Smartphone Android :

Tipe : *Samsung Galaxy Note 10 Plus*
 CPU : *Snapdragon 855 Octa-core 2.84 GHz*
 OS : *Android 11*
 RAM : *12 GB*
 ROM : *256 GB*
 Kamera : *12 Megapixel*
 Sensor : *Accelerometer, Gyroscope, Compass dan lain-lain.*

Spesifikasi Smartphone iOS :

Tipe : *Apple iPhone 11 Pro Max*
 CPU : *A13 Bionic Hexa-core 2.65 GHz*
 OS : *iOS 17*
 RAM : *4 GB*
 ROM : *256 GB*
 Kamera : *12 Megapixel*
 Sensor : *Accelerometer, Gyroscope, Compass dan lain-lain.*

B. Pengujian Berdasarkan Jarak

Pengujian jarak dilakukan untuk menentukan jarak deteksi maksimum dan jarak optimal tampilan furnitur. Keberhasilan diukur dari kejelasan tampilan furnitur virtual di area target. Pengujian menggunakan sampel furnitur dataran nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS, serta furnitur dinding nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS. Jarak diukur dalam sentimeter dengan variabel tetap: sudut pemindaian 0°, ketinggian kamera 150 cm, dan orientasi perangkat portrait. Untuk pengujian dinding, ketinggian kotak merah diukur 110 cm dari permukaan.

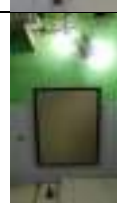
TABEL V
PENGUJIAN DATARAN ANDROID BERDASARKAN JARAK

Jarak (cm)	Target	Hasil	Status
100	Menampilkan Kursi Sandar Berlangan dalam jarak 100 sentimeter		Kursi Sandar Berlangan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat sangat jelas dengan ukuran cukup besar.
150	Menampilkan Kursi Sandar Berlangan dalam jarak 150 sentimeter		Kursi Sandar Berlangan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat sangat jelas dengan ukuran besar

200	Menampilkan Kursi Sandar Berlengan dalam jarak 200 sentimeter		Kursi Sandar Berlengan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat jelas dengan ukuran agak besar
250	Menampilkan Kursi Sandar Berlengan dalam jarak 250 sentimeter		Kursi Sandar Berlengan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat jelas dengan ukuran cukup
300	Menampilkan Kursi Sandar Berlengan dalam jarak 300 sentimeter		Kursi Sandar Berlengan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat cukup jelas dengan ukuran cukup
350	Menampilkan Kursi Sandar Berlengan dalam jarak 350 sentimeter		Kursi Sandar Berlengan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat cukup jelas dengan ukuran cukup kecil
400	Menampilkan Kursi Sandar Berlengan dalam jarak 400 sentimeter		Kursi Sandar Berlengan berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat masih cukup jelas dengan ukuran agak kecil.

200	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 200 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat jelas dengan ukuran besar
250	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 250 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat jelas dengan ukuran cukup
300	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 300 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan dan objek terlihat agak jelas dengan ukuran cukup
350	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 350 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat cukup jelas dengan ukuran cukup kecil
400	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 400 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek terlihat dengan ukuran agak kecil

TABEL VI
PENGUJIAN DINDING IOS BERDASARKAN JARAK

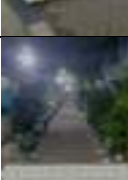
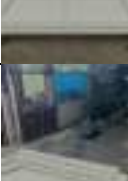
Jarak (cm)	Target	Hasil	Status
100	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 100 sentimeter	 	Cermin Crimson berhasil ditampilkan sebagian dengan sangat jelas dan terlihat tanpa celah pada dinding. Furnitur juga terlihat lebih cerah karena <i>smartphone</i> dekat dengan sumber cahaya
150	Menampilkan Cermin Crimson dalam jarak 150 sentimeter		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan objek sangat jelas dengan ukuran besar

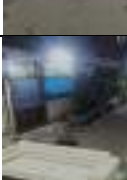
C. Pengujian Berdasarkan Ketinggian

Pengujian ketinggian dilakukan untuk mengukur pengaruh ketinggian terhadap keberhasilan pemindaian hingga furnitur tampil di layar perangkat. Keberhasilan diukur berdasarkan tampilan furnitur pada berbagai ketinggian dan sudut pengukuran dalam area persegi merah. Pengujian menggunakan sampel furnitur dataran nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS, serta furnitur dinding nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS. Ketinggian diukur dalam sentimeter dengan tiga sudut pengukuran yang berbeda. Variabel yang disamakan adalah orientasi perangkat (portrait) dan jarak pemindaian (250 cm). Pada pengujian dinding, ketinggian kotak merah adalah 150 cm dari permukaan.

TABEL VII
PENGUJIAN DATARAN ANDROID BERDASARKAN KETINGGIAN

Tinggi (cm)	Sudut Uji (Arah)	Hasil	Status
100 cm	45° (Ke kiri)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya

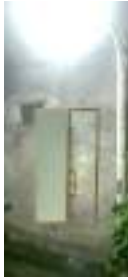
	0° (Tengah)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
	45° (Ke kanan)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
150 cm	45° (Ke kiri)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
	0° (Tengah)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
	45° (Ke kanan)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
200 cm	45° (Ke kiri)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
	0° (Tengah)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai dan masih berada pada tempatnya
	45° (Ke kanan)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai dan masih berada pada tempatnya

250 cm	45° (Ke kiri)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai dan masih berada pada tempatnya
	0° (Tengah)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai dan masih berada pada tempatnya
	45° (Ke kanan)		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai dan masih berada pada tempatnya

TABEL VIII
PENGUJIAN DINDING IOS BERDASARKAN KETINGGIAN

Tinggi (cm)	Sudut Uji (Arah)	Hasil	Status
100 cm	45° (Ke kiri)		Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi furnitur sesuai pada tempatnya dan tanpa celah pada dinding
	0° (Tengah)		Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
	45° (Ke kanan)		Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
150 cm	45° (Ke kiri)		Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya

	0° (Tengah)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya.
	45° (Ke kanan)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi sesuai pada tempatnya
200 cm	45° (Ke kiri)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai dan tetap berada pada tempatnya
	0° (Tengah)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai dan tetap berada pada tempatnya
	45° (Ke kanan)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai dan tetap berada pada tempatnya
250 cm	45° (Ke kiri)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai dan tetap berada pada tempatnya
	0° (Tengah)			Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai dan tetap berada pada tempatnya

	45° (Ke kanan)		Cermin <i>Dual Tone</i> berhasil ditampilkan dengan posisi yang sesuai pada tempatnya, namun warna furnitur menjadi lebih cerah karena posisi kamera yang dekat dengan sumber cahaya
--	-------------------	---	--

D. Pengujian Berdasarkan Sudut

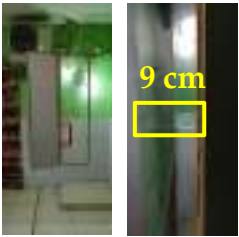
Pengujian sudut dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut pemindaian terhadap tampilan furnitur. Keberhasilan diukur dari tampilan furnitur pada berbagai sudut yang telah ditentukan. Pengujian menggunakan sampel furnitur dataran nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS, serta furnitur dinding nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS. Variabel yang diuji adalah sudut pemindaian dalam derajat, dengan sudut awal 0° yang tegak lurus terhadap persegi merah. Variabel yang disamakan adalah ketinggian kamera (150 cm), jarak pemindaian (250 cm), dan orientasi perangkat (portrait). Pengujian dinding dilakukan dengan ketinggian kotak merah 110 cm dari permukaan.

TABEL IX
PENGUJIAN DATARAN ANDROID BERDASARKAN SUDUT

Jarak (°)	Target	Hasil	Status
0°	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan sudut pindai 0°		Sofa CasRet 2 Seater tidak ditampilkan sepenuhnya, tetapi objeknya terlihat jelas
30°	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan sudut pindai 30° ke kiri		Sofa CasRet 2 Seater hanya dapat ditampilkan sebagian, namun objeknya terlihat jelas
60°	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan sudut pindai 60° ke kiri		Tidak ada Sofa CasRet 2 Seater yang ditampilkan

90°	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan sudut pandang 90° ke kiri		Tidak ada Sofa CasRet 2 Seater yang ditampilkan
-----	---	---	---

TABEL X
PENGUJIAN DINDING IOS BERDASARKAN SUDUT

Jarak (°)	Target	Hasil	Status
0°	Menampilkan Cermin Dual Tone dengan sudut pandang 0°		Cermin Dual Tone tampil seluruhnya dan objeknya terlihat jelas. Tingginya furnitur membuat tidak dapat menempel sempurna pada dinding dan memiliki celah 9-10 cm dari dinding akibat ada objek lain yang mengganggu
30°	Menampilkan Cermin Dual Tone dengan sudut pandang 30° ke kiri		Tidak ada Cermin Dual Tone yang ditampilkan
60°	Menampilkan Cermin Dual Tone dengan sudut pandang 60° ke kiri		Tidak ada Cermin Dual Tone yang ditampilkan
90°	Menampilkan Cermin Dual Tone dengan sudut pandang 90° ke kiri		Tidak ada Cermin Dual Tone yang ditampilkan

E. Pengujian Berdasarkan Orientasi

Pengujian orientasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh orientasi perangkat terhadap penampilan furnitur. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan orientasi perangkat yang tepat saat pemindaian furnitur. Sampel furnitur dataran nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS, serta furnitur dinding nomor 1 dan 2 untuk Android, nomor 3 dan 4 untuk iOS digunakan dalam pengujian ini. Variabel yang diuji adalah orientasi perangkat, yaitu portrait dan lanskap. Variabel yang

disamakan meliputi ketinggian kamera (150 cm), jarak pemindaian (250 cm), dan sudut pemindaian (0°). Pengujian dinding dilakukan dengan ketinggian kotak merah 110 cm dari permukaan.

TABEL XI
PENGUJIAN DATARAN ANDROID BERDASARKAN ORIENTASI

Orientasi	Target	Hasil	Status
Portrait	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan orientasi Portrait		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan namun tidak seluruhnya
Lanskap	Menampilkan Sofa CasRet 2 Seater dengan orientasi Lanskap		Sofa CasRet 2 Seater berhasil ditampilkan seluruhnya

TABEL XII
PENGUJIAN DINDING IOS BERDASARKAN ORIENTASI

Orientasi	Target	Hasil	Status
Portrait	Menampilkan Cermin Crimson dengan orientasi Portrait		Cermin Crimson berhasil ditampilkan seluruhnya dan tanpa celah pada dinding
Lanskap	Menampilkan Cermin Crimson dengan orientasi Lanskap		Cermin Crimson berhasil ditampilkan namun tidak seluruhnya

F. Persentase Hasil Uji Pemindaian AR : Untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi AR, setiap skenario uji telah dievaluasi dan hasil evaluasi ini kemudian dirangkum untuk menghitung persentase keberhasilan secara keseluruhan.

TABEL XIII
HASIL PENGUJIAN AR PADA SMARTPHONE ANDROID

Jenis Pengujian	Penjelasan	Output Pengujian
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Jarak	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding dengan 4 variabel berbeda. Dengan catatan perubahan ukuran furnitur berdasarkan jarak	$= \frac{28}{28} \times 100\%$ $= 100\%$

Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Ketinggian	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding pada 12 variabel berbeda dan semua furnitur tampil pada tempatnya	$= \frac{48}{48} \times 100 \%$ $= 100\%$
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Sudut	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding pada 4 variabel. Furnitur dataran tidak panjang, 1 variabel tampil dan 3 variabel tidak tampil. Furnitur dataran panjang, 2 variabel tampil dan 2 variabel tidak tampil. Pada furnitur dinding, masing-masing furnitur tampil pada 2 variabel dan 2 variabel tidak tampil. Secara keseluruhan variabel yang tidak tampil disebabkan oleh sudut pemindaian yang menjauhi lokasi furnitur, sehingga furnitur tidak terdeteksi karena furnitur akan tetap di tempat awal meskipun kamera berpindah posisi.	$= \frac{7}{16} \times 100 \%$ $= 44\%$
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Orientasi	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding. Pada 2 variabel (Perlu diperhatikan bahwa Furnitur dataran dengan dimensi panjang hanya dapat ditampilkan seluruhnya dalam orientasi Lanskap. Furnitur dinding dengan dimensi panjang dan tinggi hanya dapat ditampilkan seluruhnya dalam orientasi Portrait).	$= \frac{8}{8} \times 100 \%$ $= 100\%$

Tingkat keberhasilan uji dihitung dengan menjumlahkan persentase setiap uji dan mendapatkan rata-rata persentase.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Persentase} &= \frac{\sum \text{Persentase}}{\text{Jumlah pengujian}} \quad (1) \\ &= \frac{100\% + 100\% + 44\% + 100\%}{4} \\ &= 86\% \end{aligned}$$

TABEL XIV
PENGUJIAN AR PADA SMARTPHONE IOS

Jenis Pengujian	Penjelasan	Output Pengujian
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Jarak	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding dengan 4 variabel berbeda. Dengan catatan perubahan ukuran furnitur berdasarkan jarak	$= \frac{28}{28} \times 100 \%$ $= 100\%$
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Ketinggian	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding pada 12 variabel berbeda dan semua furnitur tampil pada tempatnya	$= \frac{48}{48} \times 100 \%$ $= 100\%$

Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Sudut	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding pada 4 variabel. Furnitur dataran tidak panjang, 1 variabel tampil dan 3 variabel tidak tampil. Furnitur dataran panjang, 2 variabel tampil dan 2 variabel tidak tampil. Pada furnitur dinding, masing-masing furnitur tampil pada 2 variabel dan 2 variabel tidak tampil. Secara keseluruhan variabel yang tidak tampil disebabkan oleh sudut pemindaian yang menjauhi lokasi furnitur, sehingga furnitur tidak terdeteksi karena furnitur akan tetap di tempat awal meskipun kamera berpindah posisi.	$= \frac{7}{16} \times 100 \%$ $= 44\%$
Pengujian Deteksi Furnitur Berdasarkan Orientasi	Pengujian berhasil menampilkan 2 furnitur dataran dan 2 furnitur dinding. Pada 2 variabel (Perlu diperhatikan bahwa Furnitur dataran dengan dimensi panjang hanya dapat ditampilkan seluruhnya dalam orientasi Lanskap. Furnitur dinding dengan dimensi panjang dan tinggi hanya dapat ditampilkan seluruhnya dalam orientasi Portrait).	$= \frac{8}{8} \times 100 \%$ $= 100\%$

Tingkat keberhasilan uji dihitung dengan menjumlahkan persentase setiap uji dan mendapatkan rata-rata persentase.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Persentase} &= \frac{\sum \text{Persentase}}{\text{Jumlah pengujian}} \quad (2) \\ &= \frac{100\% + 100\% + 44\% + 100\%}{4} \\ &= 86\% \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian pada penerapan *Augmented Reality* berbasis web (WebAR) pada *e-commerce* furnitur, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pengujian *e-commerce* furnitur menggunakan metode *black box testing* yang terdiri dari 27 test scenario bagian admin dan 26 test scenario bagian pelanggan menunjukkan tingkat validitas 100% menghasilkan output yang diharapkan.
- 2) Uji fungsionalitas WebAR menunjukkan bahwa situasi saat pemindaian berlangsung dapat mempengaruhi tingkat penggunaan AR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemindaian furnitur pada permukaan datar dan dinding berhasil dengan sudut maksimal 30° ke kanan dan kiri untuk panjang lebih dari 120 cm dan sudut 0° untuk panjang kurang dari 100 cm. Visibilitas objek 3D masih terlihat jelas (tampil seluruhnya) pada jarak di bawah 250 cm untuk furnitur datar dan dinding dengan dimensi panjang di bawah 100 cm dan tinggi di bawah 200 cm. Furnitur dengan dimensi panjang lebih dari 180 cm, visibilitas objek 3D yang jelas (tampil seluruhnya)

mencapai 350 cm. Untuk hasil optimal, ketinggian perangkat maksimal 200 cm. Pemindaian dapat dilakukan baik dalam orientasi portrait (tinggi lebih dari 200 cm dapat ditampilkan secara keseluruhan dalam jarak yang ditentukan dalam pengujian) maupun lanskap (panjang lebih dari 180 cm dapat ditampilkan seluruhnya dalam jarak yang ditentukan dalam pengujian). Baik *smartphone* Android maupun iOS menunjukkan tingkat keberhasilan pengujian fungsionalitas sebesar 86%, dengan total 91 output berhasil dari 100 pengujian pada masing-masing *smartphone*.

- 3) Aplikasi *e-commerce* berhasil dibangun menggunakan Laravel dengan HeidiSQL, serta memanfaatkan Ngrok. Teknologi *Augmented Reality* berbasis web (WebAR) menggunakan dengan library Three.js dan model-viewer dengan metode *markerless* dalam bahasa *JavaScript*. Model 3D harus dalam format (.glb) untuk Android dan (.usdz) untuk iOS dan menggunakan Glitch untuk penyimpanan objek 3D.
- 4) WebAR pada aplikasi ini menunjukkan kinerja optimal pada Samsung Galaxy Note 10 Plus (Android 11) dan iPhone 11 Pro Max (iOS 17) tanpa perbedaan dalam proses pemindaian. AR mampu menampilkan objek 3D pada bidang datar dan dinding, mengubah warna objek, serta menampilkan dimensi pada objek 3D. AR dengan *Stock scene* maupun *custom scene* berfungsi dengan baik. WebAR ini kompatibel dengan perangkat Android dan iOS yang mendukung Google ARCore dan ARKit.
- 5) Bagi pengguna laptop atau komputer yang tidak dapat mengakses *Augmented Reality* (AR), tersedia alternatif visualisasi 3D di platform *e-commerce*. Pengguna masih dapat menggunakan fitur varian dan dimensi meskipun tanpa pengalaman AR langsung.
- 6) Pemilihan metode *markerless* WebAR pada aplikasi *e-commerce* furnitur merupakan pilihan tepat karena memungkinkan pemindaian dan menampilkan objek tanpa memerlukan penanda, sehingga lebih fleksibel.
- 7) Saat melakukan pemindaian AR, hindari posisi terlalu dekat dengan sumber cahaya dan pastikan tidak ada penghalang untuk memastikan penempatan furnitur yang optimal.

B. SARAN

- 1) Kedepannya, AR pada aplikasi ini diharapkan dapat menampilkan Objek 3D pada langit-langit atau *ceiling*.
- 2) Kedepannya, aplikasi ini diharapkan dikembangkan agar dapat menampilkan *e-commerce* serta objek 3D melalui teknologi *Virtual Reality* berbasis web (WebVR).
- 3) Kedepannya, diharapkan *augmented reality* (AR) dapat menampilkan dua objek atau lebih dalam sekali pemindaian dan menyediakan fitur perencanaan ruangan (*Room Planner*).

- 4) Kedepannya, diharapkan pengujian *augmented reality* (AR) dapat dilakukan pada tablet untuk Android dan iPad untuk iOS dengan ukuran layar minimal 7 inch dan seterusnya.

REFERENSI

- [1] Ramadhani Annisa, Fasa Muhammad, dan Suharto Suharto, "Analisis Metode Pembayaran Dalam Meningkatkan Minat Beli Konsumen Pada E-Commerce: Tinjauan Perspektif Ekonomi Islam," *Jurnal Bina Bangsa Ekonomika*, vol. 15, hlm. 111–119, 2022.
- [2] A. Junaidi, R. Prabowo, A. S. Admi Syarif, dan Y. Fazri, "Implementasi Augmented Reality Furniture Dengan User-Defined Target Berbasis Android," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis (JSINBIS)*, vol. 10(1), hlm. 64–72, 2020.
- [3] T. Gong dan J. Park, "Effects of augmented reality technology characteristics on customer citizenship behavior," *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 75, no. 103443, 2023, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser>
- [4] J. P. Uhm, S. Kim, C. Do, dan H. W. Lee, "How augmented reality (AR) experience affects purchase intention in sport E-commerce: Roles of perceived diagnosticity, psychological distance, and perceived risks," *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 67, no. 103027, 2022.
- [5] Moniaga T. dan Tjhin V. U., "The Use Of Augmented Reality In E-Commerce: A Bibliometric Study," *J Theor Appl Inf Technol*, vol. 100(13), 2022.
- [6] J. Ferrão, P. Dias, B. S. Santos, dan M. Oliveira, "Environment-aware rendering and interaction in web-based augmented reality," *J Imaging*, vol. 9(3), no. 63, 2023, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.3390/jimaging9030063>
- [7] Z. Oufqir, A. El Abderrahmani, dan K. Satori, "ARKit and ARCore in serve to augmented reality," *In 2020 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, hlm. 1–7, 2020, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: doi: 10.1109/ISCV49265.2020.9204243
- [8] Maneli M. A. dan Isafiade O. E., "A multifactor comparative assessment of augmented reality frameworks in diverse computing settings," *IEEE Access*, vol. 11, hlm. 12474–12486, 2023.
- [9] Kumari T., "Review of Effective Implementation of Augmented Reality using Internet WebAR," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 8(8), hlm. 303–307, 2020, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: doi.org/10.22214/IJRASET.2020.30864
- [10] Rakhmi. Khalida, "Metodologi Teknologi Dan Tantangan Augmented Reality Berbasis Website," *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 19(3), hlm. 253–258, 2021.
- [11] N. El Barhoumi, R. Hajji, Z. Bouali, Y. Ben Brahim, dan A. Kharroubi, "Assessment of 3D models

- placement methods in augmented reality,” *Applied Sciences*, vol. 12(20), no. 10620, 2022.
- [12] P. Ren, L. Liu, X. Qiao, dan J. Chen, “Distributed edge system orchestration for web-based mobile augmented reality services,” *IEEE Trans Serv Comput*, 2022.
- [13] W. C. Hsu, M. H. Lee, dan K. W. Zheng, “From virtual to reality: The power of augmented reality in triggering impulsive purchases,” *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 76, no. 103604, 2024, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103604>
- [14] X. Qiao, P. Ren, S. Dustdar, L. Liu, H. Ma, dan J. Chen, “Web AR: A promising future for mobile augmented reality—State of the art, challenges, and insights,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 107(4), hlm. 651–666, 2019.
- [15] Sugiono Shiddiq, “Challenges and Opportunities for Using Augmented Reality on Mobile Devices in Marketing Communications,” *Jurnal Komunika: Jurnal Komunikasi Media dan Informatika*, vol. 10(1), hlm. 1–12, 2021, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: doi: 10.31504/komunika.v9i1.3715
- [16] J. Yoo, “The effects of augmented reality on consumer responses in mobile shopping: The moderating role of task complexity,” *Heliyon*, vol. 9(3), 2023, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13775>
- [17] S. Barta, R. Gurra, dan C. Flavián, “Using augmented reality to reduce cognitive dissonance and increase purchase intention,” *Comput Human Behav*, vol. 140, no. 107564, 2023.
- [18] A. Nugroho dan W. T. Wang, “Consumer switching behavior to an augmented reality (AR) beauty product application: Push-pull mooring theory framework,” *Comput Human Behav*, vol. 142, no. 107646, 2023.
- [19] Ismail I. dkk., “The usefulness of an Augmented Reality-based Interactive 3D Furniture Catalog as a Tool to Aid Furniture Store Sales Operations,” *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 16(4), 2021.
- [20] N. Liu, W. Chen, F. Wang, Y. Han, Y. Wu, dan H. Jiang, “WebAR Object Detection Method Based on Lightweight Multiscale Feature Fusion,” *In 2022 5th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI)*, hlm. 928–939, Agu 2022.
- [21] I. B. K. Manuaba, “Mobile based augmented reality application prototype for remote collaboration scenario using ARCore cloud anchor,” *Procedia Comput Sci*, vol. 179, hlm. 289–296, 2021.
- [22] Estrada J., Paheding S., Yang X., dan Niyaz Q., “Deep-Learning-Incorporated Augmented Reality Application for Engineering Lab Training,” *Applied Sciences*, vol. 12(10), no. 5159, 2022, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: doi:10.3390/app12105159 <https://doi.org/10.3390/app12105159>
- [23] Wibisono A dan Wardhani T. I, “Desain Virtual Tour Bangunan Bersejarah Lawang Sewu Semarang Menggunakan Aplikasi Augmented Reality Berbasis Web (WebAR),” *Jurnal Ilmiah Teknosains*, vol. 6, hlm. 39–50, Nov 2020.
- [24] Susanty W., Erlangga E., Thamrin T., Rafsanjani R. H., dan Rizal U., “Implementasi Markerless Augmented Reality untuk Mendukung Penjualan Furnitur,” *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 12(1), hlm. 64–67, 2022.
- [25] Sutedi A., Tresnawati D., dan Faiz R., “Perancangan Aplikasi Promosi Katalog Mebel Menggunakan Teknologi Augmented Reality,” *Jurnal Algoritma*, vol. 19(1), hlm. 219–227, 2022.
- [26] Atmanto E. A., Pudjoatmodjo B., dan Sularasa A., “Implementasi augmented reality pada aplikasi Mutiara Furniture berbasis android Menggunakan Metode MDLC,” *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 7, hlm. 6, 2021.
- [27] Saputra A. T. dan Budiyo N. E., “Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Katalog Mebel Kompas Jati Jepara Berbasis Android,” *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1(2), 2019.
- [28] Wicaksono A., Siradj Y., dan Kurniawan A. P., “Pembuatan Augment Reality Pada Website E-commerce Khusus Tas Perempuan,” *eProceedings of Applied Science*, vol. 7(6), 2021.
- [29] I. Alingga dan I. M. Suartana, “Penerapan Teknologi Markerless Augmented Reality pada Aplikasi Katalog Furniture,” *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, hlm. 414–420, 2024.
- [30] N. Dwivedi, D. Katiyar, dan G. Goel, “A Comparative Study of Various Software Development Life Cycle (SDLC) Models,” *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, vol. 5(3), hlm. 141–144, 2022, Diakses: 4 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.ijresm.com/index.php/ijresm/article/view/1881>
- [31] M. F. A. P. Antoro dan Y. Anistiyasari, “Implementasi Markerless Location-Based Dalam Aplikasi Peta Augmented Reality Fakultas Teknik Unesa Berbasis Android,” *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 4(01), hlm. 117–130, 2022.